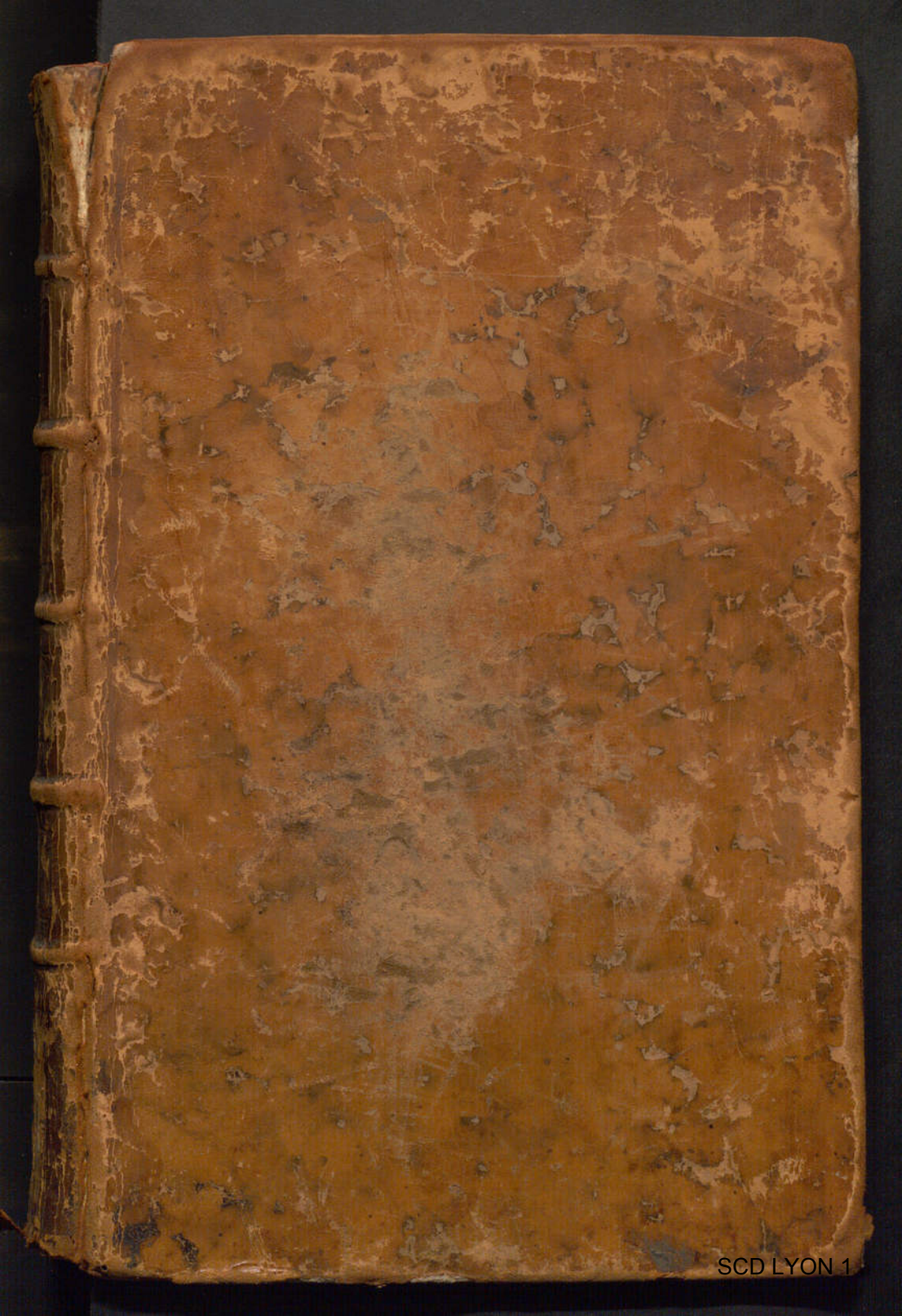
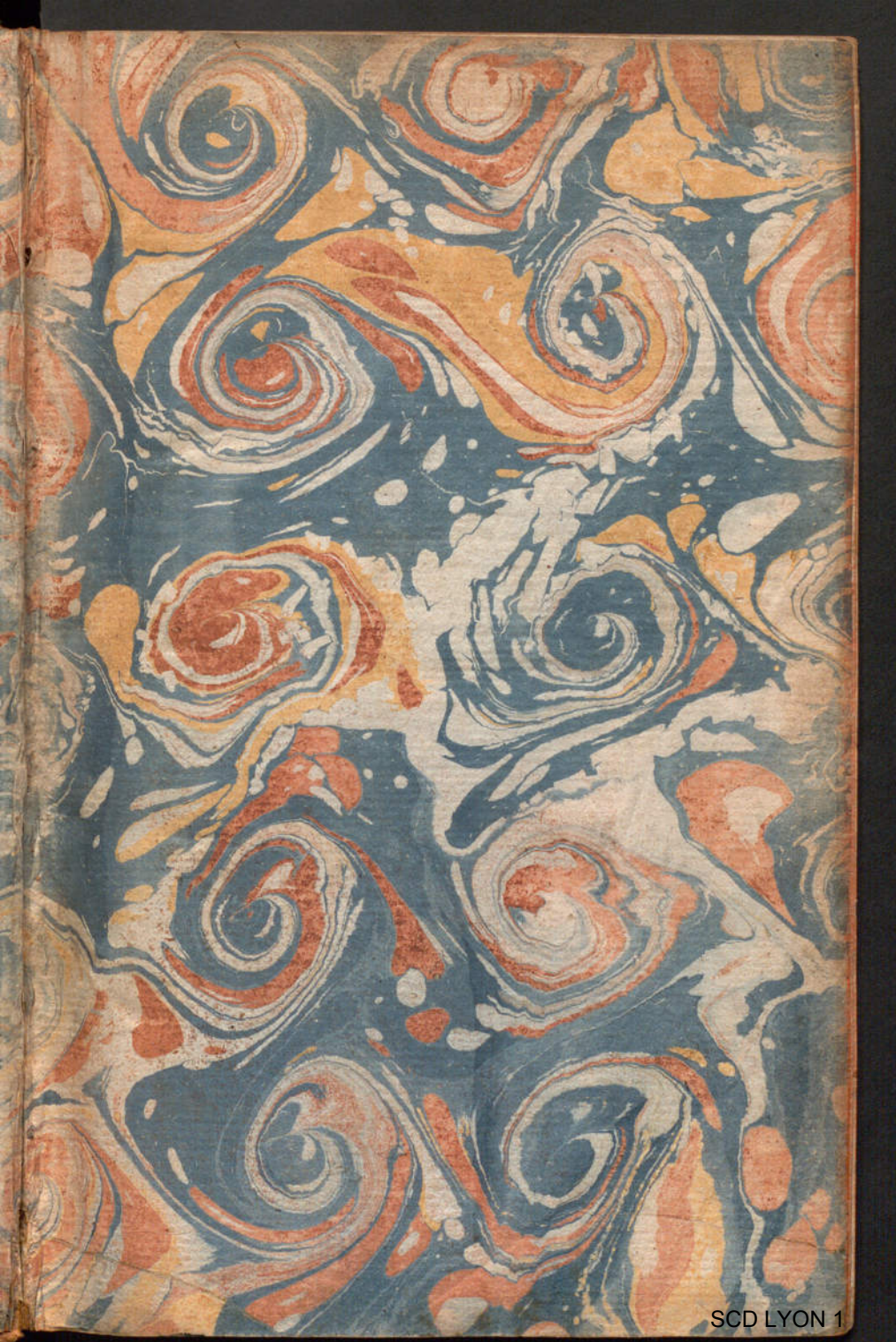


ELEMENS  
DE  
PHYSIQUE









ÉLÉMENTS  
DE PHYSIQUE.

ÉLÉMENTS  
DE PHYSIQUE

ÉLÉMENTS  
DE PHYSIQUE:  
OU  
ABRÉGÉ

DU COURS COMPLET DE PHYSIQUE,  
SPÉCULATIVE ET EXPÉRIMENTALE,  
SYSTÉMATIQUE ET GÉOMÉTRIQUE,  
DE M. L'ABBÉ PARA DU PHANJAS.

---

PAR L'AUTEUR.

---



A PARIS, RUE DAUPHINE;

*A l'entrée à droite par le Pont-Neuf;*

Chez ALEX. JOMBERT Jeune, Successeur de  
CH. ANT. JOMBERT, son Pere, Libraire du Roi,  
pour l'Artillerie & le Génie.

---

M. DCC. LXXXI.

*Avec Approbation & Privilège du Roi*





THE PHYSIOLOGICAL  
INSTITUTE

THE PHYSIOLOGICAL INSTITUTE  
OF THE UNIVERSITY OF LYON  
1871



THE PHYSIOLOGICAL INSTITUTE  
OF THE UNIVERSITY OF LYON  
1871



## P R É F A C E.

**L**A Physique est la Science des Corps : c'est-à-dire, de toutes les Substances sensibles qui composent ce visible Univers. Son objet, c'est de connoître les Corps, par les propriétés qui les caractérisent, par les effets qu'ils produisent, par les Loix selon lesquelles s'exercent leurs actions réciproques.

La *Physique*, ou la Science des Corps, n'est autre chose que la Science de la Matière & du Mouvement. « Donnez-moi de la Matière & du Mouvement, dit l'immortel Descartes ; & je construirai ce Monde visible ». Nous n'adoptons point son Système ; mais nous adoptons son Principe.

Nous reconnoissons que ce Monde visible ne doit point & n'a point pu avoir sa formation & son arrangement, aux mouvemens & aux modifications de la Matière ; & qu'il les doit uniquement & essentiellement à tout autant de *Volontés libres & efficaces* du Créateur, qui seul a pu donner l'existence à la Matière ; qui seul a pu en former ce Chef-d'œuvre de la Nature : qui seul a réellement créé & formé ce Monde visible, tel qu'il se montre à nos regards, & comme le rapporte Moïse, le plus ancien Historien du Monde, & le seul dont l'Histoire, dans ce qui concerne l'*Origine des choses*, puisse être avouée par la saine Raison.

Après cet aveu net & précis, nous avançons & nous soutenons que ce Monde inanimé ne dit & ne renferme, dans ses Constitutifs physiques, que *Matière & Mouvement* ; & que la Matière & le Mouvement, ces deux Principes d'une fécondité intarissable, ont suffi à l'Être suprême, pour composer &

pour perpétuer ce Tout admirable, ce brillant Univers, dont le spectacle, varié à l'infini, nous ravit & nous enchante; dont la beauté & la fécondité publient de concert, & la sagesse & la puissance de son Auteur.

Dans un Siecle où le *goût de la Physique*, est devenu le goût général & dominant de l'Europe éclairée & polie; où cette Portion même de l'Humanité, qui ne sembloit formée que pour faire l'aménité & les charmes de la Société, a osé montrer qu'elle étoit aussi née pour approfondir & pour dévoiler les sublimes mysteres de la Nature: il n'est plus permis qu'à un reste suranné d'Esprits misérablement gothiques, de dédaigner une Science qui fait l'ornement & les délices de tout ce qui se pique d'avoir de la culture & des lumieres.

Quelle satisfaction pour un *Esprit élevé & pénétrant*, d'être, pour ainsi dire, le confident de la Nature: de voir les Evénemens physiques, dans leurs causes & dans leurs principes; de connoître & de saisir le vrai Ressort secret, le vrai Méchanisme physique, des brillans phénomènes qu'il observe; tantôt dans le Ciel, où la marche harmonieuse des Astres règle & varie les saisons; tantôt dans l'Atmosphère terrestre, où la Scène changeante des Méteores excite alternativement & l'admiration & la terreur; tantôt sur la Terre, où tout se meut, & se forme, & se conserve, & se détruit, par un enchaînement régulier de causes & d'effets, également admirable & intéressant!

Quelle consolation pour un *Esprit religieux & chrétien*, de ne pouvoir reposer ses regards sur aucune partie de la Nature, sans y découvrir visiblement son Dieu: sans y sentir son admirable Présence, qui conserve & perpétue son ouvrage; qui donne & l'ordre & le branle à toutes choses; qui s'annonce en tout & par-tout, par des traits éclatans de sagesse, de puissance, de bienfaisance; dignes d'é-

tonner & de toucher toute Ame bien née, de remplir son cœur de reconnoissance, en frappant d'admiration son esprit !

Un Ouvrage sur la Physique, où la Spéculation marcheroit de pair avec l'Expérience; où les Démonstrations mathématiques répandroient à propos leur lumière, sur les grands Phénomènes de la Nature; où la triste sécheresse des calculs, qui hériffe & défigure trop souvent la Physique, ne seroit admise qu'avec économie & par nécessité; où la parasite redondance n'abferberoit jamais inutilement & le tems & l'attention; où les différentes matieres s'offriroient successivement à l'esprit, dans un ordre lumineux, & sous leurs points de vue intéressans & sensibles; où toute la Nature seroit présentée aux yeux, non comme un Squelette inanimé & décharné qu'on a disséqué, mais comme un Corps vivant & respirant, dont on saisit l'économie & dont on admire les proportions: un tel Ouvrage auroit droit évidemment d'intéresser le Public éclairé.

Telle est l'idée que nous avons conçue, & que nous avons tâché de remplir, dans notre *Cours complet de Physique, spéculative & expérimentale, systématique & géométrique*: Ouvrage dans lequel nous nous sommes efforcés de réunir, autant qu'il nous a été possible, la clarté à la plus grande concision; l'aménité, à la plus rigoureuse exactitude; les lumières de l'Expérience, aux lumières de la Spéculation & des Mathématiques; l'ordre & l'enchaînement des matieres, à l'ordre & à l'enchaînement des idées; le brillant des Systèmes physiques qui amuse, au sang froid de la Raison qui les apprécie; le goût pittoresque qui anime & vivifie la Nature, au goût philosophique qui l'étudie & qui s'efforce de lui arracher son voile & son bandeau.

Le Public nous a suffisamment paru desirer, pour l'usage des Séminaires, des Colléges, d'un grand

nombre de Maisons d'Institution, un *Abrégé de ce Cours Complet de Physique*; & tel est l'Ouvrage élémentaire que nous lui donnons ici en un seul Volume, & dont voici une idée générale.

Ces *Elémens de Physique*, ne sont au fond, qu'un simple extrait ou qu'une simple réduction de notre Cours complet de Physique en quatre grands Volumes in-octavo.

Parmi ces quatre Volumes, le premier ne nous a paru susceptible d'aucun extrait, d'aucune réduction. Tout y est indispensablement nécessaire; & on n'en peut rien retrancher, sans y obscurcir ou sans y affoiblir les principes fondamentaux de la vraie Physique, dont il fraye la route, & dont il ouvre le Sanctuaire. Nous nous sommes donc bornés à peu près à l'égard de ce *premier Volume*, à diviser les deux grands Traités qu'il renferme, en cinq parties différentes, qui forment, sans aucun changement bien notable, les cinq premiers Traités de cet Ouvrage élémentaire.

Dans les *trois Volumes suivans*, nous avons choisi avec tout le soin possible, nous avons rapproché & lié ensemble, avec tout l'art & tout le goût dont nous avons été capables, les différentes matieres qui nous ont paru les plus propres à intéresser la Jeunesse nationale; à agrandir & à perfectionner ses idées; à lui donner du goût & du penchant pour les plus sublimes & les plus profondes connoissances, par l'amorce & l'appât de celles auxquelles on tâche ici de l'initier, & qui sont comme la source féconde d'où doivent sourdre & jaillir toutes les autres.

Ce *Cours Élémentaire de Physique*, est divisé en dix Traités assez étendus, qui embrassent tout ce qu'il y a de plus intéressant dans cette Science, si digne d'intéresser l'Esprit humain.

Le premier Traité a pour objet la *théorie générale de la Matière*. On y observe, au flambeau de l'Expérience & de la Raison, son Etendue, sa Division,

sa Divisibilité, son Inertie, les Loix d'où dépend son Action, son Homogénéité.

Le second Traité a pour objet la *théorie générale des Corps*. On cherche à y découvrir, par la même voie, quels sont les Principes qui les constituent; quelles sont les Propriétés qui les confondent dans leurs genres; quelles sont les Causes physiques des grands phénomènes que nous présentent leur Condensabilité & leur Dilatabilité, leur Solidité ou leur Fluidité, leur Élasticité ou leur défaut d'Élasticité, leur Pesanteur ou leur Gravitation plus grande vers les Poles que vers l'Équateur.

Dans ces deux premiers Traités, plus spécialement consacrés au développement de la *Physique corpusculaire*: on verra passer comme en revue tous les systèmes des Philosophes anciens & modernes, sur la Matière & sur les Corps. On y verra l'histoire du Génie, autant que l'histoire de la Nature; & on y observera peut-être avec moins de plaisir, le spectacle de la Nature débrouillée, que le spectacle du Génie, occupé pendant deux ou trois mille ans, à débrouiller le chaos de la Nature.

Le troisième Traité a pour objet la *théorie générale du Mouvement*. Nous y examinerons & nous y développerons successivement tout ce qui concerne l'estimation du Mouvement, les obstacles au Mouvement, les loix générales du Mouvement, la communication du Mouvement dans les Corps à ressort & dans les Corps sans ressort.

Le quatrième Traité a pour objet la *théorie particulière du Mouvement*. Nous y rendrons sensibles à l'œil, à l'imagination, à l'esprit, les grands phénomènes du Mouvement composé, rectiligne & curviligne; du Mouvement accéléré & retardé, soit en lui-même, soit dans la Balistique; du Mouvement réfléchi & réfracté, dans les différentes espèces de Corps.

Le cinquième Traité a pour objet la *théorie du*

*Mouvement dans les Machines, ou la Méchanique.* Nous y expoſerons ſuccinctement & lumineuſement les Principes fondamentaux de la Méchanique, la théorie de toutes les Machines ſimples & composées, la théorie des Réſiſtances qui naiſſent des Machines elles-mêmes.

Dans le ſixieme Traité, qui a pour objet la *théorie de la Terre*: nous donnons une idée aſſez étendue & aſſez développée de ce qui concerne ſa Conſtitution, ſon Antiquité, ſes trois Regnes.

Dans le ſeptieme Traité, qui a pour objet la *théorie de l'Eau*: nous nous bornons à bien établir les Loix de l'Hydroſtatique, & à bien montrer quelle eſt l'origine des Fontaines & des Rivieres.

Dans le huitieme Traité, qui a pour objet la *théorie de l'Air*: nous conſidérons l'Air, comme corps élémentaire, & comme corps ſonore; & de nos ſpéculationſ réſultera tout ce qu'il y a de plus intéreſſant & de plus eſſentiel à connoître, ſur la nature de l'Air & ſur la nature du Son.

Dans le neuvieme Traité, qui a pour objet la *théorie de la Lumiere*: nos ſpéculationſ & nos recherches ſe porteront ſucceſſivement ſur la nature de la Lumiere, ſur la diverſité de ſes Couleurs, ſur les Loix de ſa propagation hors de l'œil, ſur ſes Phénomènes dans l'œil.

Dans le dixieme Traité, qui aura pour objet la *théorie du Ciel*: nous nous bornerons à bien montrer & à bien établir ce qui concerne le Syſtème de Copernic, les Vuides de Newton, & les Loix de l'Attraction.

Ces Elémens de Phyſique ſont rapportés & affortis à nos Elémens de Métaphyſique. Dans ceux-ci & dans ceux-là, la Méthode eſt la même; & de leur réunion réſultera un aſſez riche fonds de connoiſſances philoſophiques, pour occuper utilement & agréablement, pendant environ deux ans, les Jeunes Eleves de la Philoſophie: ſur-tout, ſi on aſſocie à

ces deux Ouvrages élémentaires, un Cours élémentaire de Mathématiques, sans lesquelles il n'y a point de vraie Science, en genre de Physique.

Nous avons enchaîné ces Elémens de Physique, à notre Cours complet de Mathématiques élémentaires : mais on trouvera à la fin de ce Volume, une Table numérique, destinée à les rapporter de même, aux divers Cours de Mathématiques qui sont le plus généralement adoptés dans les différentes Ecoles nationales.

Si, dans ces Elémens de Physique, on ne trouve pas certaines branches ou certaines parties de cette Science, que l'on traiteroit peut-être de préférence, dans quelques Ecoles philosophiques ; ou que l'on verroit volontiers enchaînées & assorties à celles qui sont ici traitées : il sera facile à des Maîtres habiles, d'y suppléer successivement par eux-mêmes ; en les dictant à part à leurs Elèves, ou d'après les idées & les vues que leur fournira notre Cours complet de Physique ; ou d'après celles qu'ils tireront d'eux-mêmes, ou qu'ils puiseront dans les Ouvrages les plus analogues à leur façon de voir & de penser à cet égard. *Facile est Inventis addere : demere, facilius.*

On peut dire à peu près la même chose, au sujet de nos Elémens de Métaphysique ; qui, quoique beaucoup plus complets en leur genre, sont cependant susceptibles d'un plus grand & d'un plus riche développement, sur-tout dans les Traités de Dieu, de l'Ame, de la Religion & des Mœurs : développement dont on trouvera abondamment & la substance & le fonds, dans les deux Ouvrages philosophiques dont ils ne sont que l'extrait & l'abrégé.

Dans un Ouvrage scientifique à adopter, comme dans un Hôtel ou dans un Appartement à louer ; il est impossible que les dimensions des choses, conviennent exactement à tout le monde : ce que l'un trouve trop exigü & trop resserré, l'autre le trouve trop ample & trop étendu. Les Productions



d'un Architecte & d'un Auteur, ne fauroient donc parfaitement quadrer à cet égard, avec tous les goûts. Mais ils auront très-bien rempli leur objet, ils auront atteint leur vrai but, l'un & l'autre : si, dans leurs Productions, tout a précisément & la richesse & la grandeur & la perfection, qu'exige sa nature, que requiert sa destination.

Quoi qu'il en soit à cet égard, nous rappellerons ici au Public, que ces Elémens de Physique, n'ont point pour objet & pour but, d'embrasser toutes les branches de cette Science immense : mais simplement d'en bien applanir les voies ; d'en bien établir les vrais principes ; d'en bien présenter les plus intéressantes parties, en les faisant descendre des *trop sublimes hauteurs* où elles existent en pure perte pour le commun des Etres pensans, dans la plupart des Ouvrages scientifiques ; & en les mettant ici, autant que la chose est possible, à la portée de tous les Esprits à qui il est donné de pouvoir faire ou de pouvoir suivre les plus simples raisonnemens ; de tous les Esprits en qui existe quelque pénétration, quelque étendue, quelque justesse.

On peut voir, dans la Préface de nos Elémens de Métaphysique, une partie des raisons plausibles qui nous ont déterminés à préférer, à l'égard des deux Ouvrages élémentaires que nous allons donner au Public, une édition in-octavo, à une édition in-douze. Mais on pourra faire attention ici que les *deux Volumes in-octavo*, de sept ou huit cens pages chacun, qui renferment ces deux Ouvrages élémentaires, en ne les envisageant que du côté de la partie typographique, équivalent au moins à *six Volumes ordinaires in-douze* : qui en auroient rendu l'acquisition, bien plus dispendieuse ; & l'usage, bien moins présent & bien plus embarrassant.

*Fin de la Préface.*



# ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE.

## PREMIER TRAITÉ.

### THÉORIE GÉNÉRALE DE LA MATIÈRE.

**L**A Matière est en prise & aux spéculations métaphysiques, qui ne dépendent que du *témoignage des Idées*; & aux observations physiques, qui dépendent du *témoignage des Sens*. Nous l'avons considérée sous le premier rapport, dans le dernier Traité de nos Elémens de Métaphysique: il nous reste à l'examiner ici sous ce dernier rapport, rapport infiniment plus riche & plus intéressant que le précédent.

#### DÉFINITIONS GÉNÉRALES ET PRÉLIMINAIRES.

I. DÉFINITION I. La Physique est la science des Corps: c'est-à-dire, de toutes les substances sensibles qui composent l'Univers.

I°. J'entends par *Matière*, toutes les substances sensibles qui composent cet univers: quelle que soit leur nature, leur figure, leur grandeur ou leur petitesse.

II°. J'entends par *Substances sensibles*, toutes les substances qui par leur réunion en plus ou moins grande masse, en plus ou moins grand volume, sont capables d'affecter en quelque manière que ce soit, quelqu'un de nos sens; ou de lui occasionner un ébranlement organique quelconque, qui puisse donner lieu à notre ame, d'en connoître & d'en sentir ou l'existence ou la nature.

L'idée de matière, l'idée de substances sensibles, l'idée de corps en général, en faisant abstraction & de leurs espe-

ces & de leurs masses, sont trois idées qui n'ont pour le fonds qu'un même objet. On peut cependant mettre une distinction entre l'idée de *Matiere*, qui est toujours abstraite & indéterminée, qui ne renferme & n'exclut aucune union ou dé-union dans les substances matérielles qui sont son objet; & l'idée de *Corps*, qui renferme toujours dans son objet, une réunion d'un nombre plus ou moins grand de substances matérielles en un même tout.

2. DÉFINITION II. J'appelle *nature de la Matière*, les différentes qualités ou propriétés qui lui sont inhérentes, qui la distinguent de tout ce qui n'est pas matière, qui la caractérisent & la spécifient dans son état naturel: sans examiner quelles qualités ou propriétés elle pourroit avoir, ou dans un autre ordre de choses, ou dans un état miraculeux, dont je fais ici pleinement & absolument abstraction.

3. DÉFINITION III. J'appelle *nature des Corps*, les différentes qualités ou propriétés, qui les distinguent dans leurs espèces; qui sont qu'une espèce n'est pas l'autre, & qu'elle diffère de l'autre & dans ses principes & dans ses effets.

Les qualités ou propriétés caractéristiques du marbre, qui sont que cette matière diffère de toute autre matière, par exemple, du bois, de l'argille, de l'air, du feu, de l'eau, & ainsi du reste: c'est ce que je nomme *nature du Marbre*.

De même, les qualités ou propriétés caractéristiques de l'air, qui sont que cette matière, distinguée de toute autre matière, n'est ni l'eau, ni la terre, ni le feu, ni un minéral, ni un végétal: c'est ce que je nomme *nature de l'Air*.

4. DÉFINITION IV. On nomme *Elémens* ou *Molécules* ou *Atomes* de la Matière, les plus petites parties où un corps peut être réduit par la décomposition.

Par exemple, si je mets sur mon feu, une bûche de chêne ou de fayard: cette bûche se décompose & se résout en particules de feu, en particules d'air, en particules de terre, en particules de divers sels fixes, en particules de vapeurs aqueuses, huileuses, sulfureuses, & ainsi du reste. Ces particules, immensément petites, & réduites à leur dernière division naturelle, sont les élémens ou les molécules, ou les atomes de cette bûche. Le fameux Leibnitz donne à ces mêmes êtres, le nom de *Monades*. (\*).

(\*) ETYMOLOGIE. I<sup>o</sup>. *Elémens*: principes primitifs. *Prin.ægeniæ partes, seu principia, ex quibus constatur Corpus quodlibet.*

II<sup>o</sup>. *Molécules*: très-petites masses. Diminutif de *moles*: *parvula moles; molecula.*

III<sup>o</sup>. *Atomes*: particules insécables. *Molecula inscabilis, aut que*

5. DÉFINITION V. On appelle *Corps*, un assemblage plus ou moins considérable de ces parties primitives. L'idée d'un corps, exprime donc nécessairement une multiplicité d'éléments réunis en un même tout. La bûche dont je viens de parler, est un corps : l'eau contenue dans un verre, est un corps : un grain de sable, à peine sensible, est un corps : le faisceau de lumière, qui de ma prunelle passe dans ma rétine, est un corps. Un seul & unique élément d'air, ou d'eau, ou de marbre, ou de terre, seroit matière, & ne seroit pas un corps.

6. DÉFINITION VI. On divise les Corps, en corps simples & en corps mixtes.

On appelle *Corps simples*, ceux dont les éléments seroient tous de même espèce ou de même nature. On nomme *Corps mixtes*, ceux dont les éléments sont de différente espèce, ou de différente nature.

Si les éléments de l'or, étoient tous de même nature ; en telle sorte que chaque élément ressemblât parfaitement à chaque autre élément & par sa matière & par ses configurations : l'or seroit un corps simple. Un arbre, composé de particules ignées, aériennes, salines, huileuses, aqueuses, terreuses, toutes dissemblables entre elles, est un corps mixte.

7. DÉFINITION VII. Les parties qui composent les Mixtes, se divisent en parties constituantes & en parties intégrantes.

Les *parties constituantes* d'un Mixte, sont celles qui par leur union & leur combinaison déterminent sa nature & sa qualité. Les *parties intégrantes* d'un Mixte, sont celles qui, déterminées dans leur nature, déterminent sa masse & sa quantité. Un morceau de bois est déterminé à être bois plutôt que pierre, par tel mélange de parties terreuses, salines, aqueuses, huileuses, ignées, aériennes, qui sont ses parties constituantes. Ce morceau de bois est déterminé à avoir une masse d'une livre, ou d'une once, ou d'un grain, par le nombre de ses parties intégrantes, dont chacune a la nature & la qualité de bois.

1°. Les *Parties constituantes* d'un Mixte, sont des éléments de différente nature, qui par leur combinaison mutuelle, constituent réellement un mélange, un corps mixte, lequel participe des propriétés de ses divers principes.

---

*consideratur ut non ultra secabilis : ἀκρομῶς, indivisibilis, non secabilis.*

IV°. *Monade* : être seul & unique. *Ens unicum & solitarium* ; *ens omnem à se compositionem excludens* : de *μονός, solus*. Le terme de *Monade* a été employé & consacré par Leibnitz, pour exprimer l'unicité & la simplicité de chaque être primordial, matériel ou immatériel, (50).

Par exemple, le *Sel commun* a pour parties constituantes, l'acide & l'alkali, qui déterminent son être & sa nature. Comme cet acide & cet alkali, unis & combinés ensemble, sont les constitutifs intrinseques du sel commun; il est clair qu'on ne peut désunir & séparer ces deux principes, sans détruire la nature de ce sel: enforte qu'après cette séparation, ce ne sera plus le sel commun qui existera, mais seulement l'acide & l'alkali de ce même sel, qui sont deux choses fort différentes entre elles, & fort différentes du sel qu'elles formoient par leur combinaison. On doit regarder les parties constituantes, comme les principes primitifs des Corps.

II°. Les *Parties intégrantes* d'un Mixte, sont les plus petites portions qu'on puisse extraire de ce mixte, sans le dénaturer. Les parties constituantes différent entre elles, & différent du mixte qu'elles forment. Les parties intégrantes ne diffèrent absolument en rien entre elles, & ne diffèrent non plus en rien, quant à leur nature & à leurs principes, du corps même dans la masse duquel elles entrent.

Si on divise une masse de Sel commun, en molécules de plus en plus petites, sans qu'il y ait désunion de l'acide & de l'alkali: chacune de ces molécules aura toujours, comme la masse entière, la nature de sel commun.

Et si l'on suppose que ces molécules de sel, parvenues au dernier degré de ténuité, ne soient composées chacune que d'un seul atome d'acide, & d'un seul atome d'alkali réunis, enforte qu'on ne puisse les diviser davantage sans séparer l'acide de l'alkali: ces molécules seront les parties intégrantes primitives de ce sel.

8. DÉFINITION VIII. On divise encore les Corps, en solides & en fluides. On nomme *Corps solides*, ceux dont les élémens sont adhérens les uns aux autres: tel est un morceau de bois, de fer, de marbre. On nomme *Corps fluides*, ceux dont les élémens n'ont aucune adhérence sensible les uns avec les autres: tels sont l'air, le feu, l'eau, la lumière.

I°. Parmi les Fluides, il y en a qu'on nomme liquides; il y en a qu'on nomme simplement fluides.

Le nom de *Liquide*, est affecté à certaines especes de fluides, dont les élémens réunis en masse considérable, sont visibles & palpables en eux-mêmes, & dont les surfaces se mettent communément de niveau: comme l'eau, le vin, le sang, les humeurs, les liqueurs de tout genre.

Le nom de *Fluide*, est spécialement affecté à ces especes de fluides, dont les élémens réunis ne sont jamais visibles & palpables en eux-mêmes, & dont les surfaces ne se mettent pas

pas

pas communément de niveau : tels que l'air , la lumière , la matière subtile. Il résulte de cette subdivision du terme générique de *Fluide*, qu'on pourroit diviser les Corps , en solides , en liquides , & en fluides.

II°. On peut se former , en cette manière , une idée sensible de la différence qui se trouve entre les Corps fluides & les Corps solides.

Représentez-vous d'abord un vase cubique ou cylindrique , rempli de petits corpuscules en forme de globules , ou de cônes , ou de fuseaux , infiniment lisses & polis dans leurs surfaces , sans aucune liaison ou adhérence entre eux : c'est l'image d'un *Fluide*.

Liez & unissez maintenant par la pensée , ces mêmes corpuscules en un même tout , par leurs points de contact ; en telle sorte que tous ces corpuscules ne fassent qu'une même masse , & qu'en saisissant un ou plusieurs de ces corpuscules , vous enleviez tous les autres qui sont naturellement unis & adhérens entre eux : c'est l'image d'un *Solide*. Corps solide & Corps dur sont ici deux termes parfaitement synonymes.

9. DÉFINITION IX. On appelle *Fixité* , dans certains Corps , la propriété qu'ils ont de résister à l'action du feu , sans s'élever & se dissiper en vapeurs. On appelle *Volatilité* , la propriété opposée qu'ont un très-grand nombre de corps , de se réduire en vapeurs légères qui s'exhalent , lorsqu'ils sont exposés à l'action du feu.

Le point jusqu'où un corps doit résister au feu sans se sublimer , pour être réputé fixe , n'est pas un point précis & déterminé : en sorte que les substances sont presque toujours réputées *fixes* ou *volatiles* , par comparaison avec d'autres substances qui le sont moins. L'or & l'argent sont des corps fixes : l'eau & le mercure sont des corps volatils.

10. DÉFINITION X. On nomme *Pores* , dans les Corps , les vuides ou les interstices que laissent entre eux les élémens de matière qui forment un même tout , solide ou fluide.

Pour vous former une idée sensible des pores qui se trouvent dans tous les corps , solides ou fluides , exposés à nos observations : concevez une corbeille remplie ou de boules à jouer , ou de cailloux irréguliers de différente figure & de différent volume. Ces boules ou ces cailloux , entassés au hasard les uns sur les autres , ne se touchent pas dans tous les points de leurs surfaces : ils laissent donc des Vuides plus ou moins considérables & plus ou moins réguliers , entre leurs parties solides. Voilà une image assez ressemblante & assez naturelle de la configuration interne des dis-

férens corps, solides & liquides, qui se prêtent à nos expériences; & qui tous ont une plus ou moins grande somme de pores, par le moyen desquels, comme par autant de routes ouvertes & frayées, les fluides plus subtils s'y innovent & s'en échappent avec une merveilleuse facilité.

11. REMARQUE. Les élémens primitifs des corps, solides ou fluides, doivent être considérés comme des masses d'une *Dureté infinie*: puisque, comme nous l'observerons ailleurs (145), aucun agent créé ne peut diviser & séparer les parties qui composent ces élémens primitifs, divisibles en eux-mêmes, indivisibles par la loi & par la volonté du Créateur.

Cette dureté infinie, dans les élémens primitifs, n'empêche pas que les élémens infiniment durs de l'eau, par exemple, ne forment un liquide: parce que la nature d'un liquide, comme liquide, ne résulte que du défaut de lien & d'adhérence entre ses élémens.

La dureté des Corps a pour principe, l'adhérence de leurs élémens dans leurs points de contiguité: quelle que soit la cause de cette adhérence, que nous examinerons ailleurs. Les Corps solides ont leurs élémens d'une dureté infinie, liés & adhérens les uns aux autres par leurs points de contact. Les Corps fluides ont leurs élémens d'une dureté infinie, glissans les uns sur les autres, & privés de toute sensible adhérence entre eux. Les Corps les plus durs sont ceux qui requièrent une plus grande force, non pour rompre & entamer leurs élémens, mais pour écarter & séparer les élémens contigus.

Quand on divise un Corps solide; on n'entame point ses élémens primitifs: on se borne à séparer ces élémens primitifs, sans en altérer ou la masse ou la configuration.

12. DÉFINITION XI. On nomme *Phénomène*, un effet sensible & surprenant dans le Ciel ou sur la Terre, que l'on découvre ou par la simple observation de la Nature ou par le moyen des expériences physiques, & dont la cause n'est pas sensible & évidente en elle-même. (*Mét.* 83).

*DISTINCTION ENTRE LA MATIÈRE ET LES CORPS.*

13. OBSERVATION. La Matière peut être considérée, ou précisément comme *Matière*, ou spécialement comme *composant des Corps*; & c'est sous ce double point de vue que nous allons l'envisager dans ce traité & dans le traité suivant.

1<sup>o</sup>. Pour saisir la raison & le fondement de cette distinction que nous mettons entre la Matière & les Corps: concevez tous les différens corps qui forment l'univers, réduits à leur dernière division naturelle, ou décomposés en leurs

éléments primitifs : éléments séparés les uns des autres, éparés au sein du Vuide immense, tels que se les figuroit Epicure avant l'origine des choses, dont il entreprit d'expliquer la formation.

Dans cette hypothèse évidemment possible, il y aura une *Matiere*, & il n'y aura point de *Corps*. On peut donc considérer la *Matiere* comme *Matiere*, sans la considérer encore comme constituant des corps.

II°. On voit donc ici quel est l'objet précis de ces deux premiers traités, dans lesquels nous avons à examiner quelle est la *nature de la Matière*, quelle est la *nature des Corps*; & sur quoi est fondée la distinction que nous mettons entre ces deux objets.

DIVISION DE CE PREMIER TRAITÉ.

Quelle étendue convient à la *Matiere*? Jusqu'à quel point la *matiere* est-elle divisée? Jusqu'à quel point la *matiere* est-elle divisible? La *matiere* est-elle active ou passive par elle-même? La *matiere* est-elle homogène ou hétérogène dans son être primitif? Tel est l'intéressant objet de nos recherches sur la nature de la *Matiere*. L'*Etendue*, la *Division*, la *Divisibilité*, l'*Inertie*, l'*Homogénéité* de la *Matiere*, exigent, pour être lumineusement exposées, tout autant de Sections différentes.



P R E M I E R E   S E C T I O N .

ÉTENDUE DE LA MATIERE.

14. DÉFINITION. L'ÉTENDUE est ou pénétrable ou impénétrable. L'*Etendue pénétrable* est l'espace ou la capacité de recevoir des corps. L'*Etendue impénétrable* est la *matiere* placée dans l'espace. L'espace peut exister sans contenir aucune *matiere*: la *matiere* ne peut exister sans occuper une portion indéterminée de l'espace infini. (*Mét.* 242).

15. ASSERTION I. La propriété caractéristique de la *Matiere*; la propriété par laquelle nous la distinguons de tout ce qui n'est pas *matiere*, c'est l'*Etendue solide & impénétrable*.

EXPLICATION. Ce qui se présente le premier à nos idées, ou du moins à nos sens, quand nous examinons les Corps qui nous environnent, c'est leur *Etendue*, en longueur, en largeur, en profondeur. Ces trois dimensions, que les Géomètres considèrent séparément les unes des autres, sont toujours inséparablement unies dans l'état physique des Corps.



Car il n'y a point de corps, dans lequel on ne conçoive au moins deux surfaces, réellement distinguées l'une de l'autre. Et comme la multiplicité des surfaces fait une *Profondeur*, & que les surfaces résultent d'un assemblage de lignes qui font une *Largeur*, & que les lignes sont formées d'un nombre de points qui font une *Longueur*: il s'ensuit que le moindre ou le plus petit de tous les corps, est nécessairement long, large, profond.

16. ASSERTION II. *L'Étendue est une propriété inséparable de la Matière, mais elle n'en est pas l'essence.*

EXPLICATION. L'Étendue est une propriété inséparable de la Matière: puisqu'on ne peut concevoir la matière, sans y concevoir une étendue réelle plus ou moins grande; & que, selon le principe fondamental de toutes les Sciences, tout ce que l'on conçoit nécessairement dans une chose, est indubitablement dans cette chose. (*Mét.* 307 & 910).

Mais il ne s'ensuit pas de là, que l'étendue soit l'essence de la Matière: puisque l'essence de toute portion déterminée de matière est évidemment déterminée & immuable; & qu'il est certain par les principes de la Religion, que telle & telle portion déterminée de matière, en conservant toujours sa même essence, peut miraculeusement augmenter en étendue réelle, par la reproduction; peut miraculeusement diminuer en étendue réelle, par la compénétration: comme nous l'avons expliqué & fait voir, en considérant la Matière dans un état miraculeux & surnaturel. (*Mét.* 899 & 903).

Après ce simple & succinct retour sur l'état métaphysique de la Matière, nous allons nous borner dans la suite, à l'envisager toujours purement & simplement dans son état naturel.

17. ASSERTION III. *La Matière, dans son état naturel, est une substance étendue & impénétrable.*

DÉMONSTRATION. I°. La Matière est une *Substance*: puisqu'on la conçoit en elle-même & par elle-même; puisqu'après avoir reçu l'existence par l'action créatrice du Tout-puissant, elle existe en elle-même & par elle-même: en quoi elle diffère des *Modifications*, qui ne peuvent exister, & qu'on ne peut concevoir que dans la substance modifiée. (*Mét.* 113 & 114).

II°. La Matière est une *Substance étendue*: puisque toutes les substances matérielles qui se prêtent à nos observations, s'offrent à nous sous la propriété d'étendue; puisqu'à quelque inconcevable petitesse que notre esprit réduise par la pensée, un élément de matière, il conçoit encore dans cet élément plusieurs faces, dont l'une n'est pas l'autre, dont

chacune a son étendue à part. Que doit-on affirmer des choses, sinon ce que les sens nous y montrent, sinon ce que l'esprit y conçoit ?

III<sup>o</sup>. La Matière est une *Substance impénétrable* : puisque tout élément de matière occupe exclusivement un espace, auquel il répond par ses parties réelles & positives, sans qu'il soit jamais en notre pouvoir de lui faire perdre la moindre partie de son étendue intrinsèque & absolue. (*Mét.* 901).

Pour vous rendre sensible cette théorie, concevez un ponce cubique d'or, où il y ait précisément une égale somme de vuides & d'éléments : la somme de son étendue réelle & positive, déduction faite de la somme négative des vuides, est un demi-ponce cubique. A grands coups de marteaux on pourra forcer ces éléments à se rapprocher les uns des autres, à laisser de moins grands vuides entre eux. La plus grande compression possible aboutiroit à les réduire à un demi-ponce cubique d'étendue : mais elle ne pourra jamais faire en sorte que cette quantité de matière, occupe moins d'un demi-ponce cubique d'étendue.

IV<sup>o</sup>. Il résulte donc, de ce que nous venons de dire & de démontrer, que la Matière, dans son état naturel, est toujours une substance étendue & impénétrable ; & que la quantité de sa substance réelle & positive, est toujours en proportion d'égalité avec son étendue absolue & impénétrable. C. Q. F. D.

18. COROLLAIRE Il résulte de ce que nous avons dit & sur la Matière & sur l'Étendue, que tout élément de Matière existe nécessairement en lui-même, dans un point quelconque de l'espace ; & exclut positivement de ce point de l'espace qu'il occupe, tout autre élément de matière : en telle sorte que deux éléments de matière ne peuvent jamais, sans un miracle de la première classe, exister l'un dans l'autre & dans un même espace.

Ce que nous disons ici d'un élément de matière, on doit le dire également d'un corps, ou d'un assemblage d'éléments. Tout corps occupe exclusivement un espace égal à la somme de tous ses éléments.

Quand on comprime un corps, on force ses éléments à se rapprocher les uns auprès des autres ; on diminue la somme des pores, parsemés entre ces éléments : mais on ne détruit point, on ne diminue point son étendue intrinsèque & absolue, qu'il faut toujours distinguer de l'étendue de ses pores ou de ses vuides.

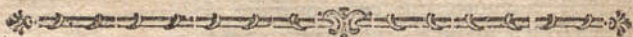
La plus grande Compression possible, si elle pouvoit avoir lieu, seroit la contiguité totale de tous les éléments, & l'en-

tière cessation des pores & des vuides, dans le corps ainsi comprimé : mais une telle compression est au-dessus des forces des Agens créés, lesquels ne peuvent jamais faire perdre à un corps tous ses vuides.

19. REMARQUE. Nous n'examinerons pas encore, si l'Étendue qui convient à la Matière, affecte tous ses élémens isolés; en telle sorte que tout élément isolé ait son étendue à part, étendue réelle & indépendante de son union avec un autre élément :

Ou si cette Étendue qui convient à la Matière, nulle dans chaque élément isolé, devient réelle & positive par la réunion de plusieurs élémens; en telle sorte que chaque élément isolé soit inétendu, & qu'une somme d'élémens soit étendue.

Cette fameuse question sera examinée & décidée plus convenablement, dans la troisième Section suivante.



## SECONDE SECTION.

### DIVISION DE LA MATIÈRE.

COMME on ne peut expliquer la plupart des phénomènes merveilleux que la Nature visible offre par-tout à nos regards, sans supposer une inconcevable division dans les élémens de la Matière : il est de la dernière importance de commencer par examiner combien la Matière est effectivement divisée; ou de quelle étonnante petitesse sont réellement les élémens de la Matière. C'est par des preuves de fait ou d'expérience, que nous allons établir cette théorie.

#### PROPOSITION.

20. *La Matière est divisée au-delà de tout ce que notre imagination peut concevoir : ou bien, les élémens de la Matière sont d'une ténuité qui passe tout ce que nous pouvons imaginer & comprendre.*

EXPLICATION. La ductilité des Métaux, la diffusion des Odeurs, la vie des Animalcules imperceptibles, l'émanation de la Lumière, telles sont les principales expériences ou observations que nous allons choisir, pour rendre sensible la Vérité que nous avons à démontrer. Nous nous attachons à celles-ci de préférence sur mille autres : parce qu'elles sont plus propres à servir d'introduction générale à la Physique, par la lumière qu'elles peuvent répandre sur une foule d'objets généraux de la Nature visible.

## PREMIERE DÉMONSTRATION.

## LA DUCTILITÉ DES MÉTAUX.

Les Arts doivent leur lumière à la Physique : la Physique tire aussi quelquefois des arts, une lumière nouvelle. Nous allons donner quelques momens d'attention aux procédés que mettent en usage les Batteurs & les Fileurs d'or : ils nous fourniront une preuve sensible de l'étonnante division de la Matière.

21. DÉFINITION. On nomme *ductilité des Métaux*, cette propriété qu'ont leurs parties intégrantes de s'étendre sans se désunir.

Cette propriété n'est autre chose que l'adhérence continue des parties intégrantes, laquelle fait que ces corps peuvent céder à la percussion & à la pression, peuvent prendre mille formes différentes, sans qu'il y ait fracture ou solution de continuité entre les parties : ce qui arrive, parce qu'à mesure que les parties contiguës sont forcées de se séparer, il s'en trouve d'autres qui se joignent de part & d'autre à celles qui se séparent. Il est très-vraisemblable que la figure des parties élémentaires des corps ductiles, contribue principalement à leur ductilité : mais comme nous n'avons aucune connoissance de la forme de ces parties, on ne peut expliquer la Ductilité d'une manière plus particulière.

De tous les métaux, le plus ductile c'est l'or : & c'est sur ce métal que vont se fixer principalement les observations que nous allons faire en ce genre.

## LES BATTEURS ET LES FILEURS D'OR.

22. OBSERVATION I. Les *Batteurs d'or*, ou les Ouvriers qui battent l'or & qui le réduisent en feuilles, ont trouvé l'art de lui procurer une étendue dont l'imagination s'étonne. Le philosophe Boyle est un des premiers qui ait fait cette remarque : qu'une quantité d'or, qui ne pèse qu'un grain (ou qui n'est que la cinq cent soixante-seizième partie d'une once), acquiert sous les marteaux & sous les rouleaux qui la mettent en feuille, une étendue de cinquante pouces quarrés.

1°. La longueur d'un pouce contient au moins deux cens parties visibles : puisqu'il y a des instrumens de mathématique où un pouce est partagé en cent divisions, dont un œil attentif saisit facilement les moitiés. Donc en multipliant la longueur par la largeur, une feuille d'un pouce quarré aura 40,000 parties visibles dans sa surface supérieure, & tout autant dans sa surface inférieure : ce qui fait 80,000 par-

ties visibles. Donc une surface de cinquante pouces aura 4,000,000 parties visibles. Voilà donc un grain d'or divisé en quatre millions de parties que l'œil peut saisir & distinguer.

II°. Un grain n'étant que la cinq cens soixante-seizième partie d'une once ; pour avoir le nombre de parties visibles d'une once entière d'or, il faut multiplier 4,000,000 par 576 : ce qui donne 2,304,000,000 parties visibles, auxquelles l'art réduit une seule once d'or.

23. OBSERVATION II. Les *Fiseurs d'or*, ou les ouvriers qui préparent le fil d'argent pour le convertir en galons & en étoffes, portent encore plus loin cette prodigieuse extension de l'or, quand on le file.

I°. Avec une quantité de feuilles d'or qui n'excede jamais six onces, & qu'ils diminuent quelquefois jusqu'à une once, ils couvrent un *Cylindre d'argent* de vingt-deux pouces de longueur sur quinze lignes de diamètre, & du poids de quarante-cinq marcs.

II°. Ils font passer successivement ce rouleau doré, par les différens trous d'une filière ou lame d'acier, lesquels trous vont toujours en décroissant depuis le premier jusqu'au dernier : de façon que, s'allongeant continuellement aux dépens de son diamètre, ce cylindre ou ce rouleau devient enfin aussi délié qu'un cheveu, & d'une longueur qui égale environ 97 lieues de 2000 toises chacune.

24. EXPLICATION. I°. Les feuilles d'or qu'on applique à ce cylindre, s'unissent intimement à sa surface, & font comme un même tout avec l'argent à qui elles servent d'enveloppe, & auquel elles adhèrent avec force. Cette forte adhérence des feuilles d'or au cylindre d'argent, semble avoir principalement pour cause, la grande affinité qu'a l'or avec l'argent : affinité qu'il a plus ou moins grande, avec toutes les substances métalliques, & qu'il n'a pas de même avec les substances non-métalliques. (85).

II°. En passant successivement par les différens trous de la filière, l'or, en vertu de sa ductilité & de son affinité avec l'argent, s'étend sur le cylindre & lui reste adhérent, à mesure que le cylindre s'allonge. Le fil doré qui en résulte, est encore un petit cylindre d'argent, auquel l'or qui s'est de plus en plus étendu, & qui le couvre encore, sert toujours de fourreau & d'enveloppe. Ce fil doré se nomme *Trait*. (\*)

III°. On fait passer le fil doré ou le trait entre deux rouleaux d'acier poli, qui l'écrasent & l'appâtissent en forme

(\*) Du mot *trahere*, étendre, filer ; *tractum*, filé.

de lame fort mince, dont on enveloppe ensuite un fil de soie pour l'usage des différentes fabriques. Dans l'opération des rouleaux, le trait s'étendant en longueur & en largeur, devient plus long encore d'un *septieme*: ainsi, au lieu de 97 lieues que nous avons compté pour sa longueur, il faut compter 111 lieues.

IV°. La dorure qui enveloppe le fil aplati, doit être considérée comme une double lame d'or, appliquée sur la double surface de la lame d'argent: chacune de ces lames d'or ayant 111 lieues, les deux ensemble auront 222 lieues.

V°. Le trait, en s'écrasant sous les rouleaux d'acier, prend la largeur d'environ un *huitieme* de ligne; l'argéur qui se divise facilement en deux portions sensibles. Le trait pourra donc être divisé dans toute sa longueur en deux petites lames, dont chacune aura sa double enveloppe d'or: par conséquent, au lieu de deux lames d'or, il en faudra compter quatre, qui égaleront en longueur 444 lieues.

VI°. En supposant du fil le plus légèrement doré, voilà donc une once d'or, convertie en quatre lames, dont la surface visible a 444 lieues d'étendue. En multipliant les lieues par 2000 toises, les toises par 6 pieds, les pieds par 12 pouces, les pouces par 200 parties que l'œil discerne aisément dans la longueur d'un pouce: vous aurez donc une once d'or étendue & divisée en 888,000 toises; en 5,328,000 pieds; en 63,936,000 pouces; en 12,787,200,000 parties visibles.

VII°. Mais si l'on fait attention que la petite lame d'or qui couvre de part & d'autre la lame d'argent, n'est vue que dans sa surface extérieure, & qu'elle pourroit être vue également dans sa surface intérieure, appliquée sur l'argent; on conçoit que le nombre précédent de parties sensibles en elles-mêmes, que donne cette once d'or, pourroit être encore augmenté de moitié: comme le nombre de parties sensibles d'une feuille d'or battu, devient double à raison de sa double surface.

25. COROLLAIRE. Si les Artistes humains, armés de leurs instrumens grossiers, peuvent opérer une si prodigieuse division dans la Matière: à quelle division ne pourra pas la porter l'Artiste suprême, qui, pour agir, n'a qu'à vouloir; à qui tout ce qui ne répugne pas, est aisément possible!

26. REMARQUE. Le même mécanisme qui convertit en feuilles & en fil l'or & l'argent, convertit également en fil & en feuilles le fer & le cuivre. L'or, l'argent, & le cuivre, sont les trois métaux qu'on emploie pour la dorure.

27. DÉFINITION. La *Dorure* est l'art d'appliquer une cou-

che d'or extrêmement mince, à la surface de différens corps, pour leur donner toutes les apparences extérieures de ce précieux métal. L'or destiné à la dorure, doit être réduit, ou en feuilles, ou en parties très-fines.

VRAIE ET FAUSSE DORURE.

28. DESCRIPTION I. La vraie Dorure se fait ou avec des feuilles d'or, ou avec de la poudre d'or, qu'on applique en différentes manières sur la surface des corps auxquels on veut donner l'éclat & la beauté de ce métal. Voici quelques-unes de ces manières de donner la dorure.

I°. L'or s'unit très-bien par le simple contact, avec les substances métalliques qui sont ductiles comme lui, & avec lesquelles il a une grande affinité. On l'applique en feuille sur la surface bien polie & bien nettoyée du métal qu'on veut dorer, par exemple, de l'argent ou du cuivre; & à l'aide d'un certain degré de chaleur, & du frottement qu'on fait avec une pierre hématique qu'on nomme *Pierre sanguine*, on fait adhérer parfaitement l'or à la surface de ce métal. Cette parfaite adhérence vient de ce que les parties réciproques de ces deux substances ductiles, en vertu de leur affinité, & par le moyen de la chaleur & de la pression, s'influencent facilement dans leurs pores respectifs; & se lient les unes aux autres comme par une infinité de petits clous imperceptibles, que le refroidissement & la ductilité des deux substances applique intimement aux concavités qui les hapent & qui se referment sur ce qu'elles ont saisi.

II°. Comme l'or en poudre s'attache & adhère au mercure, & s'amalgame avec lui; on fait de ce mélange, ou de cet *Amalgame* d'or & de mercure, une pâte dont on enduit le métal qu'on veut dorer: on chauffe ensuite le métal assez pour faire évaporer le mercure. L'or s'attache & adhère au métal; & on le brunit, en le frottant ou le polissant avec la pierre sanguine.

III°. On fait dissoudre une petite quantité d'or dans de l'eau régale; on imbibe des linges, de cette dissolution d'or; on les fait brûler, & on en garde la cendre qui est toute noire. Cette cendre, frottée avec de l'eau à la surface d'une lame ou d'une feuille d'argent, par le moyen d'un chiffon, ou même avec les doigts, y laisse les molécules d'or qu'elle contient, & qui y adhèrent très-bien. On lave la lame ou la feuille d'argent, pour ôter la partie terreuse de la cendre; & en la polissant avec la pierre sanguine, on lui donne facilement, & à très-peu de frais, une fort belle couleur d'or. Telle est la dorure d'une foule de bijoux de grande apparence & de peu de valeur.

IV°. On applique aussi l'or, mais avec beaucoup moins

d'adhérence, sur des cryftaux, sur des porcelaines, sur d'autres matieres vitrifiées & bien polies : on les expose à un certain degré de chaleur, & ensuite on les brunit légèrement pour leur donner leur éclat. Dans ces opérations, la chaleur ouvre & dilate les pores des surfaces polies auxquelles la feuille d'or est appliquée ; & la petite pression de la dent qui les polit, fait que la feuille d'or, en vertu de sa ductilité, s'insinue dans les pores de ces substances comme par une infinité de petits coins, s'y fixe & s'y attache à mesure que la chaleur cesse & que les pores se resserrent. L'adhérence de l'or à ces substances vitrifiées, est incomparablement moins grande que l'adhérence de l'or aux substances métalliques : soit parce que la pression qui unit l'or aux substances vitrifiées, est nécessairement beaucoup plus foible ; soit parce que la ductilité qui doit cimenter cette union, n'étant pas réciproque, les substances vitrifiées ne s'étendent pas pour saisir & envelopper les petits clous d'or qui pénètrent dans leurs concavités ; soit enfin & principalement parce que l'or n'a pas avec ces substances vitrifiées, l'affinité nécessaire pour l'unir & l'attacher intimement à elles.

V<sup>o</sup>. Comme l'or ne s'unit pas par le simple contact aux substances non-métalliques, & que plusieurs de ces substances, fort hétérogenes dans leur nature, ne peuvent jamais prendre des surfaces bien polies & d'une solidité bien égale, capables de résister par-tout uniformément à la pression de la dent ; sans quoi la feuille d'or se déchire, au lieu de s'étendre : pour appliquer l'or à ces sortes de substances, par exemple, à la pierre & au bois, on est obligé d'en enduire la surface de plusieurs couches de quelque substance ténace & collante, qui happe & qui retienne l'or. Ces sortes de substances ténaces & collantes s'appellent en général des *Mordants*. C'est sur ces mordants qu'on applique l'or en feuille ou en poudre ; & quand le tout est assez sec, on le polit avec une dent de loup : ce qui s'appelle le *brunir*.

29. DESCRIPTION II. La *fausse Dorure* est celle dans laquelle on n'emploie pas réellement l'or, ou dans la composition de laquelle l'or n'entre pour rien.

I<sup>o</sup>. Telle est la couleur d'or qu'on donne au cuivre jaune & à l'argent : en appliquant sur ces métaux, un *Vernis jaune-doré*, lequel étant transparent laisse appercevoir tout leur brillant. On fait beaucoup d'ornemens de cuivre, vernis de cette maniere, & qu'on appelle en *couleur d'or*, pour les distinguer de ceux qui sont véritablement dorés.

II<sup>o</sup>. Ce qui paroît feuille d'or sur presque tous les Cuirs dorés, n'est que feuille d'argent, à laquelle on donne la



couleur de l'or, par le moyen du vernis jaune-doré dont on vient de parler.

III°. Les papiers dorés doivent leur apparence dorure à des feuilles de cuivre battu, qu'on leur rend adhérentes par le moyen de certaines colles qui hapent ce cuivre & l'unifient au papier.

30. REMARQUE. L'Art en filant les métaux, comme on vient de l'expliquer, imite la Nature, sans s'en appercevoir.

Le Ver à soie a une filiere naturelle, par laquelle il moule ce fil précieux dont il fait sa coque. Ce fil est d'une telle finesse, que trois cens aunes qui en furent mesurées, ne peserent que deux grains & demi: de sorte qu'il n'en faut rien moins que 69120 aunes pour faire le poids d'une once.

Le fil de l'Araignée, dont on est venu à bout de faire des gants & des bas assez solides & très-moëlleux, se forme par un semblable mécanisme: il excède incomparablement en finesse, le fil du ver à soie.

L'un & l'autre, en sortant de la filiere de l'animal, n'est qu'un suc visqueux, qui se durcit à l'air, comme le mortier & la terre grasse, par la dissipation des parties humides qui s'évaporent, & par l'union plus intime des parties solides qui se rapprochent.

## SECONDE DÉMONSTRATION.

### LA DIFFUSION DES ODEURS.

31. EXPÉRIENCE. Soit une petite Cassolette de verre *ABD*, en partie pleine d'une liqueur odorante, comme de l'eau de fleur d'oranges, ou de l'esprit-de-vin chargé de lavande! Posez cette cassolette, ou sur quelques petits charbons ardents, ou sur une petite lampe allumée. (*Fig. 2.*)

EFFETS. Quand la liqueur s'échauffe & commence à bouillir, on voit sortir par le bec *D* de la cassolette, une vapeur abondante qui se fait sentir dans tous les points d'une chambre: sans qu'il paroisse aucune diminution sensible dans le volume de la liqueur, quand l'expérience cesse après deux ou trois minutes.

32. EXPLICATION. La vapeur que l'œil voit sortir du bec de la cassolette, & qui porte son odeur dans toute la chambre, n'est rien autre chose que la partie la plus évaporable de la liqueur, que l'action du feu a séparée de la masse, & qui a été élançée dans toutes les parties de la chambre, en particules extrêmement divisées. Ces particules, malgré le peu de diminution qu'elles causent au volume qu'elles ont quitté, se trouvent en assez grand nombre dans tous les points sensis-

bles de la chambre, pour y faire par-tout une impression bien nette & bien caractérisée sur les fibres de l'odorat. Sur quoi voici quelques réflexions à faire.

I°. Combien immense doit être le nombre des particules évaporées ! Supposons que la chambre, assez petite, ait seulement en nombres ronds 15 pieds en longueur, en largeur & en hauteur : il y aura 3375 pieds cubes d'air. Un pied carré contenant 20736 lignes quarrées : un pied cube contiendra 429,981,696 lignes cubes, qui multipliées par les 3375 pieds cubes d'air que contient la chambre en question, donneront 1,451,188,224,000 lignes cubes pour cette chambre. Supposons encore (pour mettre en tout les choses au pis) que la liqueur évaporée soit de deux lignes cubes, & qu'il n'y ait dans chaque ligne cube d'air, que quatre particules odorantes : pour avoir le nombre de particules odorantes qu'ont donné ces deux lignes cubiques de liqueur évaporée, il faudra multiplier par quatre, le dernier nombre précédent. Voilà donc deux lignes cubes de liqueur, divisées assez également en 5,804,752,896,000 parties.

II°. Mais ce qui fait l'odeur sensiblement répandue dans cette chambre, n'est que la moindre partie de ce qui s'est évaporé. Car dans une liqueur odorante, il faut distinguer les parties propres du liquide, des parties dont il est parfumé, lesquelles sont en quantité bien moins considérable. Supposons donc (ce qui est beaucoup trop) que la partie odorante soit le quart de la partie du liquide évaporé : le quart de deux lignes cubiques évaporées, sera une demi-ligne cubique, divisée en 5,804,752,896,000 parties.

III°. Mais cette demi-ligne cubique de liquide odorant, évaporée & répandue assez également dans toute la chambre, n'étoit pas toute de matière, avant l'évaporation : elle avoit, comme tous les corps liquides & solides, ses pores & ses vuides, qui diminuent encore beaucoup sa masse positive ou sa quantité absolue de matière. L'or, par exemple, qui a lui-même une quantité considérable de pores ou de vuides, n'est dix-neuf fois & demi plus pesant que l'eau : que parce que l'or, à égalité de volume, renferme dix-neuf fois & demi plus d'éléments de matière, que l'eau. Donc en supposant que l'or soit tout matière, ou que l'or n'ait point de pores & de vuides ; un liquide égal en poids à l'eau, auroit encore environ vingt fois plus de vuide que de plein, ou vingt fois plus d'étendue vuide & pénétrable, que d'étendue impénétrable & solide. Supposons donc la liqueur contenue dans la castolette, égale à l'eau en densité & en poids : la demi-ligne de matière odorante, répandue dans la chambre, ne seroit en somme réelle & positive, qu'environ la

vingtième partie d'une demi-ligne cubique de matière sans pores & sans vuides.

IV°. Une demi-ligne cubique de matière, divisée en vingt portions égales, n'auroit guère pour chaque division, que le volume d'un petit grain de sable. Voilà donc une quantité de matière, qui réunie n'égaleroit que le volume d'un grain de sable, divisée par l'action du feu, en 5,804,752,896,000 parties ! Quelle inconcevable ténuité doivent donc avoir ces particules odorantes ; & quelle doit être la finesse & la mobilité des fibres de notre odorat, pour en être sensible-ment affectées & ébranlées ! Qu'il est grand & admirable dans ses œuvres, cet Artiste adorable, qui forme & ces Éléments pour nos organes, & nos organes pour ces éléments !

*CORPS ODORANS : MALADIES CONTAGIEUSES.*

33. APPLICATION I. La diffusion des Odeurs s'opère naturellement dans les fleurs, dans les plantes, dans les fruits, dans les animaux, dans tous les *Corps odoriférans*, par un mécanisme assez semblable à celui de la cassiolette dont nous venons de parler. (*Fig. 2*).

Une fermentation intérieure, occasionnée ou par le feu élémentaire qui se trouve répandu dans toute la Nature, ou par la chaleur vivifiante du Soleil qui donne l'action & le mouvement à tout ce qui vit & végète, ou par quelque autre cause qui varie selon la nature du sujet où elle agit, fait dans le corps odorant, par exemple, dans une rose, dans un grain de musc, dans un corps qui se corrompt, ce que fait la chaleur du feu sur le liquide renfermé dans la cassiolette A B : c'est-à-dire, que cette fermentation occasionne dans cette rose, ou dans ce grain de musc, ou dans ce corps qui se corrompt, par la voie des pores dont ils abondent, une évaporation invisible, mais réelle & permanente, assez semblable à celle que l'œil apperçoit à l'orifice D de la cassiolette posée sur la lampe allumée ; évaporation qui entraîne, comme dans la liqueur dont on vient de parler, & des parties odorantes, & des parties non-odorantes : lesquelles vont se répandre & se mêler à une plus ou moins grande distance, & à une plus ou moins grande hauteur, dans la masse de l'air environnant.

De ces principes, également incontestables & sensibles, découle l'explication de plusieurs phénomènes.

I°. Un chien suit son maître ou suit le gibier, en appliquant de tems en tems son nez sur les voies où ils ont passé : parce qu'il y a & dans l'homme & dans le gibier une fermentation constante, laquelle fait jaillir par leurs pores un torrent continu de corpuscules imperceptibles, qui s'attachent

plus ou moins persévéramment à leurs traces, que l'odorat infiniment fin du chien démêle & distingue, & qui dirige le chien dans la recherche & dans la poursuite ou de son maître ou du gibier.

II°. Il y a des corps odorans, qui après un certain tems plus ou moins long, perdent leur odeur : soit parce que leurs particules évaporables s'épuisent assez promptement ; soit parce que la fermentation qui doit occasionner l'évaporation, cesse & s'arrête ou absolument ou plus ou moins périodiquement.

III°. Il y a d'autres corps odorans, qui conservent constamment & persévéramment leur odeur : parce que leur fermentation, sensible ou insensible, est constante & permanente ; & que les particules qui s'exhalent, étant d'une petitesse inconcevable, suffisent à une très-longue & très-durable évaporation. Tel est un *grain de Musc*, dont l'odeur se fait sentir pendant vingt ans d'une manière incommode, dans un appartement où l'air se renouvelle tous les jours : sans qu'après vingt ans on s'aperçoive d'aucune diminution bien sensible ou dans son poids ou dans son volume.

Supposons que ce grain de musc se trouve pendant vingt ans dans la même chambre que la cassolette dont nous venons de calculer les parties évaporées, & qu'il faille un jour entier pour que l'air renouvelé soit imbu bien sensiblement de son odeur. Pour avoir la somme des parties évaporées du sein de ce grain de musc, il faudra multiplier le nombre trouvé des parties de la liqueur échappée de la cassolette (ou 5,804,752,896,000) par vingt fois 365 jours : ce qui donnera 42,374,696,140,800,000 particules échappées & évaporées du sein de ce grain de musc, sans que la quantité de matière, qui s'est convertie en ces particules odorantes, diminue sensiblement sa masse. Quel nombre, quelle ténuité dans ces particules odorantes ! L'esprit se perd & se confond en contemplant ces merveilleux phénomènes.

IV°. Parmi les odeurs, il y en a qui flattent, il y en a qui choquent l'odorat. Les odeurs gracieuses sont celles qui occasionnent dans les fibres de l'odorat, un ébranlement auquel est attachée une sensation mentale plus ou moins agréable & flatteuse. Les odeurs disgracieuses sont celles qui occasionnent dans les fibres de l'odorat, un ébranlement qui doit faire naître une sensation mentale plus ou moins revoltante & disgracieuse.

Il ne nous est pas donné d'aller plus avant en ce genre : nous n'avons aucune voie pour découvrir comment & pourquoi telle odeur est propre en elle-même & par la nature de ses corpuscules, à occasionner une sensation déplaisante, plutôt qu'une sensation flatteuse.

V°. La même odeur peut plaire & déplaire à différens sujets, à raison de la diversité de leurs organes. L'odeur de la rose flatte le plus grand nombre de personnes, par l'ébranlement modéré, par le chatouillement délicat, que l'émanation de ses corpuscules produit dans les fibres de leur odorat. D'autres personnes, dont l'odorat sera composé de fibres plus subtiles, plus mobiles, plus pénétrables, recevront de ces mêmes corpuscules un ébranlement trop violent, des secousses trop tumultueuses, un engorgement & un déchirement dangereux. L'économie naturelle du cerveau en sera altérée & troublée; & l'ame, toujours intéressée & toujours attentive au bon état de tout l'individu, en sera inquiétée & effrayée. Cette odeur sera donc désagréable & insupportable à ces sortes de personnes: parce que le trop violent ébranlement qu'elle occasionne, la fait juger nuisible & funeste.

VI°. Des odeurs qui ont déplu dans un tems plaisent quelquefois dans un autre; telles que l'odeur du tabac, que les vapeurs de la bière: soit parce que les fibres de l'odorat, qui en sont les juges en dernier ressort, changent par elles-mêmes avec le tempérament; soit parce que l'usage & l'habitude des choses, forment insensiblement une nouvelle nature à nos organes; soit enfin parce que quelques-uns de nos jugemens, en genre de faveurs & d'odeurs, dépendent pour beaucoup de l'imagination, qui effarouchée d'abord ou par certaines apparences révoltantes, ou par certaines impressions nouvelles & suspectes, fait naître précipitamment dans l'ame, une aversion pour certains objets; & qui, défabusée ensuite par l'expérience, se familiarise peu à peu & avec des sensations & avec des objets qu'elle avoit fausement jugé nuisibles & funestes.

34. APPLICATION II. On conçoit facilement d'après les principes que nous venons d'établir & de développer, comment les *Maladies contagieuses* se communiquent: comment un *Pestiféré*, par exemple, placé dans une ville, infecte toute la ville, & ensuite toute une province & tout un royaume.

Il y a dans le *Pestiféré*, une violente effervescence, qui occasionne en lui une permanente émanation de corpuscules venimeux; quelle que soit la cause & la nature de ce venin, propre à se communiquer; mystere que n'a pas encore pu dévoiler la plus perçante lumiere de la Médecine & de la Physique. Ces corpuscules venimeux, échappés du sujet pestiféré, s'attachent aux meubles, aux alimens, aux personnes, aux murs, à toute la masse de l'air environnant.

Les

Les personnes qui respirent cette masse d'air infectée, admettent dans leurs poumons, par l'inspiration, une quantité toujours croissante de ces corpuscules; qui se mêlant continuellement avec le sang & avec les humeurs, & circulant successivement dans les diverses parties du corps, y altèrent plus ou moins rapidement les principes de l'économie animale; y enfantent le même genre de désordre & de corruption, qui leur a donné naissance; y occasionnent une effervescence nuisible & destructive, féconde à son tour en une émanation semblable de corpuscules venimeux, propres à opérer les mêmes effets & les mêmes ravages.

Le mal croît & s'étend avec les causes qui le produisent. Bientôt quelques *Sujets infectés* vont en infecter mille & mille autres; & la contagion devenant de plus en plus commune & générale, s'augmente & se fortifie de jour en jour, avec le nombre des malheureuses victimes qu'elle dévore, & qu'elle convertit en nouvelles sources de corruption & de contagion.

### TROISIEME DÉMONSTRATION.

#### LA VIE DES ANIMALCULES IMPERCEPTIBLES.

L'invention des *Microscopes*, a fait découvrir dans la Nature, un nouveau monde d'êtres vivans & animés, dignes de l'attention & de l'admiration d'un Philosophe. Nous nous bornerons ici à rapporter & à observer les merveilleuses découvertes que nous devons au Microscope.

35. EXPÉRIENCE I. Après avoir fixé horizontalement un Microscope solaire au trou d'un volet de fenêtre; en telle sorte que la chambre étant bien fermée, les rayons solaires qui tombent sur le miroir placé en dehors, se réfléchissent sur l'objectif & sur la lentille du microscope, & se dirigent par l'intérieur du même microscope contre le mur opposé, qui doit être bien blanchi, ou couvert d'un très-grand carton blanc:

Mettez sur le *Porte-objets*, un peu de cette poussière qui se forme sur le fromage sec, sans en faire un tas trop dense, capable d'empêcher le passage de la lumière; & placez le porte-objets, qui doit être d'un verre très-mince & très-net, au point convenable, dans une direction parallèle à l'objectif & à la lentille.

EFFETS. Vous verrez pointée sur le mur ou sur le carton, une fourmillière d'animaux de même espèce, vivans & animés, dont quelques-uns pourront vous paroître environ le double plus gros que les plus grosses grenouilles. Vous observerez distinctement leur figure, leur tête, leurs principaux membres, les poils épars dont ils sont hérissés, leur

marche ou leur manière de se mouvoir. Vous compterez leurs pattes : vous distinguerez leurs diverses articulations : vous appercevrez jusqu'à la circulation interne de leurs humeurs.

EXPLICATION. Cette poussière du fromage, où l'œil le plus perçant ne découvre rien de vivant & d'animé, est composée & de *petits animaux* tous semblables & tous de même espèce, qu'on appelle *Mites* ; & de *petits corpuscules* inanimés & irréguliers, qui paroissent être ou les alimens ou les excréments de cette petite république. On ne trouve dans cette poussière qu'une seule espèce d'animalcules : sans doute parce que cette nourriture, propre à cette espèce, ne convient à aucune espèce différente d'animalcules imperceptibles à l'œil simple.

36. EXPÉRIENCE II. Mettez sur le *Porte-objets*, une très-petite goutte d'une eau puisée dans quelque marre, où croissent des plantes aquatiques ; ou d'une eau dans laquelle vous aurez mis du foin, de la paille, des fleurs de diverse espèce, des parties de plantes quelconques, & que vous aurez laissé exposée huit à dix jours à l'air libre, pendant un tems chaud, mais à l'ombre.

EFFETS. Cette goutte d'eau ira se peindre sur le mur ou sur le carton, comme un petit étang, où vous verrez nager une foule d'animaux aquatiques de diverse figure & de diverse nature, bien caractérisés dans leurs espèces. Les uns assez semblables à de petites boules, s'éloignent en ligne droite, & forment toujours des angles bien marqués, en changeant la direction de leurs mouvemens. Les autres, d'une figure plus ovale & plus alongée, ne font que tourner en différens sens autour d'eux-mêmes. Ceux-là, composés d'anneaux, se meuvent d'un mouvement vermiculaire, comme les chenilles ou comme les sangsues. Ceux-ci étalent & emploient en se mouvant, leurs pattes, leurs queues, leurs antennes.

On découvre dans quelques-uns de ces Animalcules, les principaux organes, & la circulation même des humeurs ; & on ne peut pas plus douter de leur vie, qu'on peut douter de la vie des poissons ordinaires. Une très-petite goutte d'eau vous présente quelquefois plus de vingt espèces toutes différentes les unes des autres ; & dont les individus, tous semblables entre eux, ne diffèrent que par le plus ou le moins de grosseur, qui annonce que les uns sont parvenus & que les autres tendent encore à leur accroissement naturel.

Pour peu qu'on les observe avec attention les uns & les autres, on va même jusqu'à découvrir la cause finale de

leurs mouvemens. Car on en voit qui dévorent les autres ; & on conçoit aisément que ces petits animaux aquatiques, imitant dans leurs manières de vivre & d'agir, les diverses especes de poissons que nous offrent la mer, les rivieres, nos étangs, nos viviers, se nourrissent les uns au détriment des autres ; & que par conséquent les uns se meuvent pour atteindre leur proie, & les autres pour échapper à leur destruction.

37. **EXPLICATION.** Mais comment se trouvent & se forment ces animalcules aquatiques, dans une eau où l'on a fait infuser des plantes de différente espece ?

Il est très-vraisemblable que ces Animalcules aquatiques, dont fourmillent principalement les bords des marais & des étangs, font, comme la plupart des poissons, ovipares ; & qu'ils font, comme toutes ou presque toutes les especes de poissons, une immense quantité d'œufs, destinés à multiplier & à perpétuer leurs especes. Ces œufs, comme infiniment petits, s'élevent avec les vapeurs de l'eau, à différentes hauteurs de l'atmosphère ; d'où retombant avec les pluies & avec les rosées, ils pénètrent & s'insinuent avec l'eau qui les enveloppe & les voiture, dans les plantes, dans les fleurs, dans les fruits, qui leur offrent des passages analogues à leurs figures. Ces œufs dans le foin, dans la paille, dans les fleurs, dans les plantes quelconques, arrêtés & fixés par les parties brutes de ces substances, entrent dans leur composition, & font partie de leurs constitutifs solides, pendant que la plante subsiste dans son état naturel.

Mais la plante vient-elle à se corrompre peu à peu dans l'eau, sous un degré de chaleur convenable ? La dissolution de la plante, les dégage de leurs prisons : la chaleur & l'humidité leur donnent une fermentation qui les fait heureusement éclore : ils se convertissent en animalcules de différente espece, comme les œufs des divers poissons se convertissent en ces différentes especes de poissons.

38. **EXPÉRIENCE III.** Mettez sur le *Porte-objets*, une goutte d'un vieux vinaigre que vous aurez exposé dans une fiole de verre, huit à dix jours à l'air libre, pendant un tems chaud, mais à l'ombre.

**EFFETS.** Sur le mur ou sur le carton se peindra un étang coloré, où vous verrez nager des petits insectes de même espece, semblables dans leur figure & dans leurs mouvemens, d'environ un pied de longueur sur près d'un tiers ou d'un quart de ponce de largeur. On ne voit ici qu'une seule espece d'animalcules : sans doute, parce que la vapeur du vinaigre fait périr toutes les autres especes. Si vous verrez



dans la fiole de ce vinaigre, une quantité plus ou moins considérable de l'eau qui a servi pour la seconde expérience précédente: vous verrez encore dans ce mélange les mêmes anguilles, mais vous n'y verrez aucune des espèces qui vivoient dans l'eau, ou vous n'y verrez tout au plus que leurs petits cadavres; parce que les particules du vinaigre sont pour elles un poison destructeur.

39. REMARQUE. On peut faire les mêmes expériences, & on découvre les mêmes effets, à l'aide d'un autre *Microscope* que le microscope solaire. Il n'y a de différence que dans la grandeur des objets, que le microscope solaire fait voir communément plus en grand, mais toujours sous les mêmes traits & avec les mêmes proportions que les autres microscopes. Le microscope solaire exige un ciel très-serein & un soleil très-éclatant.

On peut multiplier & varier à l'infini les expériences en ce genre. Les trois que nous venons de rapporter, suffisent pour établir l'inconcevable division de la matière dans le Règne animal, & pour faire voir que l'Auteur de la Nature ne déploie pas moins de sagesse & de puissance dans le règne animal qui a si long-tems échappé à notre vue, que dans le règne animal qui frappe journellement nos regards.

40. COROLLAIRE. Les membres & les organes que l'œil découvre & observe dans ces Animalcules, sont soupçonner & deviner comme à coup sûr, ceux qui échappent à notre vue & qui se refusent à nos observations. Le Jugement d'analogie, sur lequel est fondée toute la physique, ne doit sûrement à aucun titre être rejeté ou suspecté dans la matière présente. (*Mét.* 101 & 948).

Ces Animalcules sont en petit, ce que les autres animaux aquatiques & terrestres sont en grand. Ils ont une tête, qui doit être composée de peau, de nerfs, de chair, de moëlle, de membranes. Ils ont une bouche, pour saisir, pour favouer, peut-être même pour broyer leurs aliments. Ils ont un estomac, qui a sans doute ses tuniques propres à s'étendre & à se contracter, qui doit avoir des sucs destinés à opérer la fermentation & la digestion des substances qui les nourrissent. Ils ont des intestins de différente espèce & de différente grandeur, pour faciliter & la nutrition & les évacuations. Ils ont sans doute des yeux destinés à les éclairer & à les conduire, soit pour se procurer la nourriture qui leur convient: soit pour se soustraire aux espèces ennemies qui les menacent. Ils ont enfin des veines, des artères, un sang, ou des humeurs qui font la fonction du sang, pour entretenir dans eux le mouvement & la vie.

Quelle inconcevable petiteſſe , dans les parties comme infiniment petites d'un Tout déjà comme infiniment petit ! En ſuppoſant que les molécules du ſang ou des humeur des plus petits animalcules qu'on découvre avec le microſcope , ſont aux molécules du ſang ou des humeurs du corps humain , comme le corps de ces animalcules eſt au corps humain : le philoſophe Keil , Anglois de nation , a trouvé par le calcul qu'un volume du ſang ou des humeurs de ces animalcules , égal au volume d'un grain de ſable à peine viſible , contiendrait plus de parties ; que dix mille deux cens cinquanteſix des plus hautes montagnes de la Terre , ne contiendroient de grains de ſable viſibles.

#### QUATRIEME DÉMONSTRATION.

##### LA DIFFUSION DE LA LUMIERE.

41. EXPÉRIENCE. Dans une nuit calme & ſous un ciel ſerein , placez au haut d'une tour ou d'un clocher , une *Bougie allumée* , de fix à la livre : on la verra d'une diſtance de deux lieux.

EXPLICATION. On voit la ſurface ſupérieure de la bougie , devenue liquide , monter ſans ceſſe en petit torrent dans la meche enflammée , & ſe convertir ſucceſſivement en particules ignées & lumineuſes , qui s'élancent en tout ſens avec une inconcevable viſeſſe. La petite quantité de cire qui ſe conſume à chaque inſtant , ſe diviſe en particules lumineuſes , leſquelles ſe diſtribuent ou ſe diſtribueraient dans toute la capacité d'une ſphere de quatre lieux de diamètre : en telle ſorte qu'il n'y a ou qu'il n'y auroit aucun point ſenſible dans cette ſphere , où l'œil placé ne fût ébranlé par des particules élançées du ſein de cette bougie allumée. Quel nombre immenſe de points ſenſibles , dans la capacité d'une telle ſphere ! En quelle innombrable multitude de particules comme infiniment petites , doit donc être diviſée la très-petite portion de cire qui ſe répand & ſe diſtribue à chaque moment , d'une manière ſenſible , dans tous ces points !

Le Docteur Neuwentur a trouvé par le calcul , qu'il ne ſe conſume par ſeconde , dans cette bougie allumée , qu'une quantité de cire égale en poids à la quatorzième partie d'un grain (ce qui fait environ la huit millième partie d'une once) ; & que cette huit millième partie d'une once de cire , qui ſe conſume en une ſeconde , produit dans chaque ſeconde un nombre de particules lumineuſes qui ſurpaſſeroit le nombre de petits grains de ſable que renfermeraient 100,000,000,000 globes , égaux en maſſe & en volume au globe terreſtre.

## IDÉE DES CORPS LUMINEUX.

42. APPLICATION. Tous les *Corps lumineux* produisent & répandent la lumière, par un mécanisme assez semblable à celui de la bougie allumée dont nous venons de parler. C'est toujours une effervescence intestine, quelle qu'en soit la cause & la nature, qui divise, qui épure, qui met en mouvement, qui fait jaillir en torrens, les corpuscules lumineux par lesquels est frappé ou directement ou par réflexion l'organe de notre vue.

I°. Le bois, les huiles, les graisses, sont comme des magasins ou des réservoirs, où une plus abondante quantité de matière lumineuse est arrêtée & fixée par les parties brutes de ces substances : jusqu'à ce que l'impétueuse action du feu, la dégageant des prisons qui la captivent, & la dépouillant des entraves qui l'embarassent, imprime à ses molécules épurées & simplifiées, une vitesse comme infinie, dont elles sont susceptibles.

II°. Les *Vers luisans* ont dans leurs corps, des réservoirs de substances huileuses : qui, éprouvant une permanente fermentation, font jaillir par leurs pores, des torrens continuels de molécules lumineuses, que la nutrition répare à mesure & à proportion que l'évaporation les dissipe. Par un mécanisme assez semblable, certains bois qui, en se pourrissant, acquièrent le dernier degré de la fermentation, deviennent lumineux : parce qu'ils dardent de leur sein, ainsi que les vers luisans, des torrens permanens de matière ignée & lumineuse, que dégage & dissipe la fermentation.

III°. Des exhalaisons qui fermentent ou s'enflamment dans l'Atmosphère, font jaillir en tout sens, des torrens de molécules ignées, qui donnent naissance aux divers *Météores lumineux* que nous y observons.

IV°. Le Soleil & les Etoiles doivent avoir aussi dans leur sein d'excessives effervescences, fécondes en cette émanation constante de particules lumineuses qui viennent à des distances immenses ébranler les fibres de notre œil, & nous avertir de leur existence.

Nous verrons dans la suite que les pertes que font les astres en ce genre, ne doivent ni les épuiser, ni les appauvrir sensiblement : parce que la quantité de matière que dissipe leur permanente irradiation, est très-peu considérable en elle-même ; & que la perte plus ou moins considérable qu'ils font sans cesse, est sans cesse réparée à peu près à égalité. (691).

43. RÉSULTAT. Il consiste par les quatre différentes démonstrations qui viennent d'être établies & développées,

que la Matière a dans ses Elémens , une *Division réelle* , qui passe toute notre intelligence ; ou que les Elémens de la Matière , sont d'une ténuité inconcevable à l'esprit humain.  
C. Q. F. D.

44. COROLLAIRE. Il s'ensuit de-là que , *lorsque l'explication des phénomènes de la Nature , exigera qu'on suppose les élémens de la Matière , d'une inconcevable ténuité : on ne supposera rien qui ne soit évidemment constaté & démontré par l'Expérience.*



### TROISIEME SECTION.

#### DIVISIBILITÉ DE LA MATIERE.

**L**INCONCEVABLE Division de la Matière , que nous venons d'exposer & de démontrer , suffit abondamment pour l'explication des divers phénomènes de la Nature , qui l'annoncent & la supposent : mais elle ne prouve rien encore , en faveur de la Divisibilité à l'infini. *Si la Matière est divisible à l'infini* : à quelq'extrême petitesse que l'on suppose réduit par la division , un Elément de matière : il y a toujours l'infini , entre la Division effectuée & la Division possible. Il n'y a donc aucune induction à tirer , de l'une à l'autre.

#### IDÉE DU CONTINU.

44. DÉFINITION. On appelle *Continu* , un assemblage d'éléments unis : quelle qu'en soit & la nature & la masse. Tel est un bloc de marbre ; tel est un grain de sable ; telle est une goutte d'eau. Un seul élément , simple dans son être , ou sans aucune composition de parties ( s'il y a de tels élémens dans la Nature ) ne fait pas un Continu.

45. OBSERVATION. Tous les Philosophes éclairés s'accordent à reconnoître que la matière qui forme un *Continu* , ne peut être divisée par des Agens créés que jusqu'à un certain terme ; au-delà duquel elle cesse d'être en prise à tous les efforts qu'on feroit pour en porter plus loin la Division : soit que les Molécules primitives qui la composent , soient des substances absolument simples dans leur nature ; soit que le Créateur , dont l'efficace Volonté fait la Nature ce qu'elle est , ait voulu & décerné que ces Molécules primitives , composées d'un nombre fini ou infini de particules distinctes , fussent persévérément & inséparablement unies en un même Tout indestructible.

L'état de la question présente consiste donc uniquement à décider si ces Molécules primitives, principes des Corps étendus & sensibles, sont divisibles à l'infini en elles-mêmes : en telle sorte qu'une Puissance infinie puisse éternellement les partager en moitiés, en quarts, en centièmes, en millièmes, & ainsi de suite à l'infini ; sans parvenir jamais à un terme de division, où la division cesse d'être ultérieurement possible en elle-même dans les parties divisées.

Raison humaine, cesse d'imputer à la seule *obscurité des mystères de la Religion*, des ténèbres qui t'irritent & qui te révoltent à tort contre elle ! Voici une matière où il t'est permis de donner un libre essor à toute ton activité : où tu n'es gênée & captivée par le voisinage d'aucun dogme de la Religion : où la chose à connoître est exposée, autant qu'il est possible, à tes idées, à tes jugemens, à tes raisonnemens, à tes sensations, à toute la sphère de ton intellectivité !

Depuis près de trois mille ans, que tu t'efforces de décider si un grain de sable est divisible à l'infini : quelle lumière bien assurée & bien triomphante t'es-tu procurée en ce genre ? Dans quel épais nuage, dans quel inextricable labyrinthe, ne te vois-tu pas toujours abimée & enveloppée : quel que parti que tu prennes, après les plus profondes méditations sur une matière qui paroît si fort à ta portée ! Reconnois donc que les ténèbres qui t'humilient, ont leur germe & leur source dans ta propre nature, dans les bornes étroites de ta foible intelligence. Cesse de t'offenser des nuages attachés aux sublimes mystères de la Religion, dont l'objet est si loin de ta sphère : en voyant que dans une matière qui semble si fort à ta portée, l'absurde paroît toujours placé à côté de l'évidence ; & que la Vérité, que tu t'efforces de découvrir, ou échappe obstinément à tes recherches, ou ne se montre à toi que sous un jour obscur & nébuleux.

La *divisibilité de la Matière ou du Continu*, envisagée sous le point de vue que nous venons d'indiquer, est une question de pure curiosité, dont la théorie de la Nature est assez indépendante. Elle n'a pas laissé de réveiller & d'exciter, dans tous les siècles, l'attention des plus beaux génies, qui tous ont presque tous pris parti pour ou contre. Les idées & les opinions de ces hommes célèbres, méritent l'attention de tout Esprit philosophe.



## PARAGRAPHE PREMIER.

## SENTIMENS CONTRE L'INFINIE DIVISIBILITÉ.

*LES POINTS ZÉNONIQUES.*

46. SENTIMENT I. Le fondateur de la Secte stoïcienne ; le célèbre Zenon , se déclara contre l'infinie divisibilité de la Matière.

Le Continu , selon Zenon , n'est divisible que jusqu'à ce qu'on parvienne par la division , à certaines *Parties inétendues & indivisibles* , dont le nombre est fini dans tout continu. Quand , par la division , on est arrivé à ces parties inétendues & indivisibles ; une ultérieure Division cesse d'être possible en elle-même ; parce que cette Matière n'a plus de parties qui puissent se séparer.

Ces parties inétendues & indivisibles , principes primitifs de tous les Corps , dont par leur réunion elles forment l'étendue : c'est ce que les Sectateurs de ce Philosophe , ont nommé *Points zénoniques* ou *Points physiques*.

47. REMARQUE. Il ne faut point confondre le Point zénonique avec le Point mathématique.

I°. Le *Point zénonique* , s'il existe , est un élément déterminé de matière , qui exclut positivement toute étendue , toute composition , toute multiplicité de parties. Le *Point mathématique* est une infiniment petite portion de matière , étendue ou inétendue , que l'on considère ou comme l'origine ou comme le terme de quelque dimension du corps à mesurer.

II°. Le Point zénonique est essentiellement incompatible avec la moindre étendue , qui détruit sa nature. Le Point mathématique subsiste avec une étendue infiniment petite , qui ne déroge en rien aux démonstrations qu'il fonde.

S'il est démontré que tout élément de matière , est étendu & composé de parties ; toute la théorie des Zénonistes échoue ; toute la théorie des Mathématiciens subsiste : parce que les premiers ont pour objet d'établir l'inétendue réelle & absolue des Points physiques ; & que les derniers se bornent à établir leurs démonstrations & leurs calculs , qui sont indépendans de l'étendue & de l'inétendue des Points mathématiques.

Le Zénoniste exclut formellement de ses points , l'étendue : le Mathématicien , en concevant ses points , se borne à faire abstraction de l'infiniment petite étendue qu'ils peuvent avoir : les raisons qui foudroient le premier , n'attaquent donc en rien le second.

48. ASSERTION. *Il n'est point vraisemblable que les Corps soient composés de Points zénoniques.*

DÉMONSTRATION I. L'étendue d'un Continu quelconque, par exemple, d'un Bloc de marbre, naît évidemment de la nature & de la réunion des parties qui le composent : donc ces parties ont une étendue ; donc ces parties ne sont pas inétendues.

Je démontre la conséquence. Il est évident qu'une négation ou une privation d'étendue, ajoutée un million de fois, une infinité de fois, à une négation ou à une privation d'étendue, ne peut point former une étendue : comme un nombre quelconque de négations ou de privations d'être, ajoutées à l'infini les unes aux autres, ne peut pas constituer un être ; comme un nombre quelconque de négations ou de privations d'or & d'argent, ajoutées & accumulées à l'infini, ne peut pas produire une masse d'or ou d'argent. Donc un nombre quelconque de Points zénoniques, dont chacun a la négation ou la privation d'étendue, attachée & inhérente à sa nature, ne peut pas former une étendue.

Donc l'étendue de ce Continu ou de ce Bloc de marbre, ne résulte point d'un nombre fini ou infini d'éléments sans étendue. Donc les éléments qui, par leur nature & par leur réunion forment l'étendue de ce Continu ou de ce bloc de marbre, ont nécessairement chacun une petite étendue réelle & positive. Donc ces éléments, dont la somme réunie forme & constitue l'étendue totale de ce bloc de marbre, ne sont pas des Points zénoniques sans aucune étendue. C. Q. F. D.

DÉMONSTRATION II. Représentez-vous par la pensée, un *Élément de matière*, d'une petitesse quelconque, d'une petitesse mille millions de fois moindre que celle que voudra lui supposer un Sectateur quelconque de Zénon.

Vous concevez que cet élément a encore plusieurs faces, dont l'une n'est pas l'autre ; dont l'une regarde l'orient, l'autre le couchant, celle-là le zenith, celle-ci le nadir. Donc, à quelque division que l'on suppose portée une portion de matière : on conçoit encore dans chacun de ses éléments divisés, plusieurs faces ou plusieurs parties dont l'une n'est pas l'autre.

Donc, en vertu du principe fondamental de toutes les sciences, qui veut que l'on affirme des choses ce que l'esprit conçoit nécessairement dans les choses : on doit affirmer du plus petit élément de matière que l'esprit puisse concevoir dans la Nature, une multiplicité de parties. Donc il est faux

qu'il y ait dans la Nature, des élémens de matiere, sans étendue & sans parties. C. Q. F. D.

49. REMARQUE. Dire avec un Philofophe moderne, que quoique l'on conçoive toujours dans les Elémens de la Matiere, & une étendue, & une multiplicité de parties, il ne s'ensuit pas que ces élémens foient tels en eux-mêmes: c'est, ce me semble, heurter & renverser le principe fondamental de toutes les sciences.

J'aurois autant dire que, quoique l'on conçoive toujours la partie comme moindre que le tout: il ne s'ensuit pas que la partie soit en elle-même, moindre que le tout. (*Mér.* 307).

#### LES MONADES DE LEIBNITZ.

50. SENTIMENT II. Leibnitz révoit quelquefois, ainsi que Descartes: mais les Rêves du premier, ainsi que ceux du fécond, étoient toujours les rêves du génie, plus sublimes & plus intéressans que les fades & rampantes veilles des hommes du commun.

C'est sans doute dans un de ces rêves sublimes, que Leibnitz enfañta son *système des Monadés*: système qui dut probablement son origine au goût dominant de ce philosophe, pour ce beau principe philosophique qu'il vouloit appliquer à tout: rien ne se fait, rien ne doit être affirmé, sans une raison suffisante.

Pour rendre généralement raison de tout dans la Nature: Leibnitz conçut la Nature entière, sous l'idée d'un assemblage infini de Monadés, qu'il suppose en elles-mêmes & dans leur être primitif, *simples* & sans aucune composition, *incendues* & sans aucune dimension, *difsemblables* & sans aucune égalité de perfection, *actives* ou capables d'action & de mouvement, *représentatives* ou propres à se retracer & à se concevoir les unes les autres. (4).

C'est d'après cette idée, ou d'après ce petit nombre de suppositions & de demandes philosophiques, que l'Auteur des Monadés entreprend de porter le flambeau philosophique sur tous les grands phénomènes de la Nature.

Tout est monade, selon Leibnitz. Dieu est une monade: monade éternelle & incréée, à laquelle toutes les autres doivent leur existence. L'Ame humaine est une monade: monade spirituelle, plus parfaite, plus représentative, plus intelligente que toutes les monades matérielles. L'Ame des brutes est une monade: monade immatérielle, capable de sentiment & de quelques connoissances. Chaque Elément de matiere est une monade: monade qui differe nécessairement



en genre & en intensité de perfection, de toute autre manière, étant impossible qu'il y ait dans la Nature deux monades quelconques, spirituelles ou immatérielles, d'une perfection égale.

Mais pourquoi attribue-t-il ou suppose-t-il à ses Monades, les qualités ou les propriétés que nous venons d'annoncer ? En voici les raisons, qu'il suffira d'indiquer ou de faire entrevoir.

I. *EXPLICATION. I<sup>o</sup>. Il les fait simples* : pour rendre raison de la composition des Corps, qu'il place dans un assemblage de Monades simples. Car ce n'est pas rendre raison du composé, selon lui, que de l'expliquer par d'autres composés subalternes : puisqu'il reste éternellement à demander pourquoi ces composés subalternes sont eux-mêmes des composés.

II<sup>o</sup>. *Il les fait étendues* : pour rendre raison de l'étendue des Corps, qu'il fait résulter d'un assemblage de monades étendues. Car dire qu'un corps est étendu, parce qu'il est composé de points ou d'atomes étendus, ce n'est point expliquer l'étendue, dit Leibnitz : puisqu'il reste toujours à demander pourquoi ces points ou ces atomes sont eux-mêmes étendus.

III<sup>o</sup>. *Il les fait dissimilaires* : en premier lieu, pour rendre raison de la diversité qu'il découvre dans la Nature entière, de la diversité des génies & des caractères chez les hommes, de la diversité de vertus & de propriétés dans les mixtes, dans tous les différens corps ; diversité qu'il fait découler de la différence ou de la dissimilitude intrinsèque & primitive des monades qui les forment. En second lieu, parce qu'il pense, d'après son système de l'Optimisme (660), que s'il s'il y avoit eu deux Monades semblables & d'égale perfection dans la classe des possibles, Dieu n'auroit jamais pu créer ni l'une ni l'autre attendu qu'il n'auroit eu aucune raison suffisante de créer l'une préférablement à l'autre. L'existence des Monades annonce donc, selon Leibnitz, dans chaque Monade en particulier, une différence intrinsèque de nature & de perfection. (*Mét.* 660).

IV<sup>o</sup>. *Il les fait actives* : pour rendre raison de cette somme constante de mouvement qui anime la Nature, de cette permanente activité qui détruit & reproduit sans cesse les êtres dans chaque espèce.

Les diverses Monades, dont l'assemblage forme la Nature entière, ont reçu, dès le commencement de leur existence, selon Leibnitz, une quantité & une détermination propre de mouvement, que leur activité naturelle reproduit

fans cesse sur le même modele. Dans chaque Monade, le premier mouvement détermina le second, le second détermina le troisième, & ainsi de suite à l'infini: de sorte que l'action présente de toute monade quelconque dans la Nature, n'est qu'une suite nécessaire de la première impression ou détermination qu'elle eut au premier instant de son existence; & que cette action présente est une cause nécessaire d'où dépendent tous les mouvemens futurs qui doivent exister à perpétuité, & dans cette monade, & dans toutes les monades sur lesquelles elle influe plus ou moins par son mouvement présent.

Représentez-vous, s'il est possible, une Horloge indétruite, qui, une fois mise en mouvement, se renouvellerait éternellement par elle-même; & dans laquelle es divers rouages s'engrenant du premier jusqu'au dernier n'auroient jamais que des mouvemens dépendans du premier mouvement qu'on leur a imprimé: c'est une image insensible & assez ressemblante du mécanisme physique qui anime perpétuellement la Nature, selon Leibnitz. De là une *Harmonie préétablie* de choses, ou un enchaînement de causes & d'effets, que l'on conciliera, comme on pourra, avec la Liberté humaine.

V°. *Il les fait représentatives*: pour rendre raison, & des pensées qu'il découvre dans les substances intelligentes, & des images qu'impriment dans nous les substances matérielles.

Mon Ame conçoit Dieu, la vertu, la vérité, le bien, la sagesse, l'étendue, la durée: parce que mon ame est une monade naturellement représentative de ces objets, & liée dans le Plein avec tous ces objets. L'odeur d'une rose fait naître en moi l'image d'une rose: parce que ces corpuscules odorans sont comme des types ou des moules, où est empreinte l'image de la rose qui les produit. Les rayons de lumière me peignent les divers corps d'où ils émanent, ou qui les réfléchissent: parce que ces rayons sont tout autant de monades frappées au coin ou du corps lumineux qui les produit, ou des corps opaques qui les repercutent.

Tout est lié & enchaîné dans le Plein, selon Leibnitz. Je ne puis remuer mon pied à droite ou à gauche, sans imprimer à la matière qui m'environne, un mouvement qui se communique, en s'affoiblissant, à la Nature entière, jusqu'au-delà du soleil & des étoiles. Vous avez une image ou une idée ou une perception nette du mouvement de mon pied: parce que, placé auprès de moi, vous recevez une impression nette & sensible, qui l'imprime à la Monade représentative & intelligente qui vous anime. L'empereur de la

Chin; n'a & ne peut avoir qu'une image ou une idée confuse du mouvement de mon pied; parce que la Monade représentative & intelligente qui anime cet empereur, reçoit une impression trop foible & trop confuse du mouvement de mon pied.

Delà des idées claires, des idées confuses, des idées partielles, des idées adéquates, selon Leibnitz. La Monade-Dieu a des idées adéquates ou des idées complètes de tout; parce qu'elle est présente par-tout, & que par-tout elle est infiniment représentative. La Monade-Ame humaine a des idées du passé, du présent, de l'avenir; parce qu'elle est susceptible d'impressions relatives à ces trois tems: & ces images sont tantôt claires, tantôt confuses, toujours inadéquates; parce qu'elle n'est que dans un point de l'Infin en durée & en étendue, & qu'elle n'a qu'une vertu représentative finie. La Monade-Ame d'une Brute, a des images ou des perceptions moins étendues & plus imparfaites de tout; & la Monade-Matière, dans les végétaux, dans les minéraux, dans tous les corps quelconques, est encore plus imparfaite que l'espece de Monade qui anime les brutes.

Que système, que celui des Monades! Les philosophes Allemands l'ont adopté avec enthousiasme. Les philosophes Anglois ont dédaigné de le réfuter, & se sont bornés à en rire. Mais Leibnitz mérite, quand on n'est pas de son avis, qu'on le réfute autrement qu'en riant.

52. REMARQUE. Quant à l'action des Monades spirituelles sur les Monades matérielles, des Ames sur les Corps: Leibnitz en rend raison par la plus singulière hypothèse qui ait jamais été imaginée, & qui n'est qu'une suite ou une application particulière de l'harmonie & de l'enchaînement dont nous venons de parler.

Il veut que l'Âme & le Corps d'un même homme quelconque, sans aucune espece de dépendance & de rapport de l'une à l'autre, soient deux substances tellement constituées, que l'une exerce une certaine suite de perceptions, l'autre une certaine suite de mouvemens; & que la sagesse du Créateur, qui a tout prévu & tout combiné dès le commencement des choses, les ait tellement construites, que par une certaine fatalité naturelle & intrinsèque, qu'il décore du beau nom d'*Harmonie préétablie*, les mouvemens de l'une se fassent toujours précisément lorsque les perceptions de l'autre semblent l'exiger, & réciproquement: en telle sorte que les perceptions paroissent dépendre des mouvemens, & les mouvemens des perceptions.

Ainsi, selon Leibnitz, l'ame de Virgile fait des vers, sans main les écrit: sans qu'il y ait aucune liaison, aucune dé-

pendance, aucune connexion, entre les mouvemens de la main & les idées de l'ame; à l'exception d'une simultanéité prévue & préétablie d'existence.

Si la chose est ainsi, comme le soutiennent avec enthousiasme presque tous les Philosophes Allemands; il étoit assez indifférent que l'ame de Virgile habitât ou le corps de ce poëte, ou tout autre corps: nous aurions eu le même Poëme, quand même elle auroit été logée dans Jupiter ou dans Saturne.

53. ASSERTION. *Les Monadés de Leibnitz, ne sont nullement admissibles.*

DÉMONSTRATION. I°. Les mêmes raisons qui foudroient les Points physiques de Zénon, foudroient également les Monadés de Leibnitz: puisque l'un & l'autre sentiment fait naître l'étendue des Corps, d'un assemblage de principes qui n'ont absolument aucune étendue. (48).

II°. On rend raison de l'étendue & de la composition des molécules primitives de la matiere, en disant que *leur nature est d'être étendues & composées de parties.*

Et Leibnitz auroit tort d'improver cette raison: puisque si on lui demande pourquoi ses Monadés sont simples & inétendues; il est évidemment obligé de recourir à la même réponse, & de dire que leur nature est d'être simples & inétendues.

III°. Nous démontrerons ailleurs qu'une matiere primitivement homogène peut produire des Mixtes différens. Donc, pour rendre raison de la diversité des mixtes, sur quoi Leibnitz fonde sa principale preuve en ce point, il n'est pas nécessaire d'admettre des monadés intrinséquement dissimulables dans leur nature primitive. (144).

Quant à la raison qu'il emprunte de son système de l'Optimisme, pour établir la diversité intrinsèque de ses Monadés: en réfutant ce système singulier, qui ne s'accorde point avec la liberté de Dieu, & que rien ne fonde; nous avons réfuté d'avance, & toutes les applications qu'on en peut faire, & toutes les conséquences qu'on en peut tirer. (*Mét.* 661 & 662).

IV°. Nous démontrerons bientôt que la Matiere, livrée à elle-même, a toujours en partage, une *intrinsèque Inertie*. Donc il est faux que les Monadés de la matiere soient actives par elles-mêmes. Donc, pour expliquer le mouvement qu'il se perpétue dans la Nature, il faut recourir à une autre cause, qu'à l'activité intrinsèque des monadés: savoir, à l'action de Dieu, seul auteur & conservateur du mouvement de la Nature. (75).

V°. Nous avons démontré, dans nos Elémens de Métaphysique, que la matiere ne pense point; que la matiere est incapable de penser. Donc il est faux que les Monades qui composent la boue, l'argille, la lumiere, les corps sonores, les corps odorans, aient le rayon d'intelligence que leur attribue Leibnitz. (*Mét.* 710).

Nous avons encore démontré, dans ces mêmes Elémens de Métaphysique, que les idées & les sensations que font naître en nous les impressions de la matiere qui ébranle nos sens comme cause occasionnelle, sont produites dans notre ame par la seule action du Créateur. Donc, pour rendre raison & des images & des sensations que nous avons des objets; il n'est point nécessaire de supposer aux Monades de la matiere, une fabuleuse & chimérique vertu représentative. (*Mét.* 330 & 344).

VI°. L'enchaînement singulier de mouvemens que suppose le sublime délire des Monades, tend à établir dans la nature une *fabuleuse Fatalité*, qui sympathise assez avec les principes du Protestantisme que professoit Leibnitz, mais que la raison reprouve, que le sentiment intime de notre Liberté dément. (*Mét.* 743 & 744).

Comment suis-je libre en effet: si les déterminations de mon ame ne sont qu'une suite nécessaire des premières impressions qu'elle a reçues dès le commencement de son existence; si les mouvemens de mon corps ne sont qu'un effet nécessaire des premières déterminations qu'ont eu en eux-mêmes les élémens qui composent mon corps, ou qu'ils reçoivent des autres élémens de la matiere, avec lesquels ils sont harmoniquement liés & enchaînés?

Donc les Monades de Leibnitz ne sont admissibles en aucun point. C. Q. F. D.

#### CHIMERE DES POINTS ENFLÉS.

54. SENTIMENT III. Pour se soustraire aux difficultés qui découlent de l'infinie divisibilité: certains prétendus Philosophes ont imaginé des Atomes ou des Points réels & physiques, de différente figure & de différente masse, lesquels n'ont point d'extension réelle, mais seulement une extension virtuelle, en vertu de laquelle ils équivalent à des points qui auroient une réelle extension. Ces Points s'enflent & se défont à leur gré, sans rien acquérir en s'enflant, sans rien perdre en se défontant. Quelque volume d'enflure qu'on leur suppose, ils restent toujours indivisibles: parce que leur nature est d'être sans étendue, sous quelque volume que ce soit, & que la seule étendue est divisible.

RÉFUTATION.

RÉFUTATION. Une opinion aussi absurde mérite à peine une réfutation sérieuse. Qu'est-ce qu'une *étendue réelle*, qui a une extension virtuelle, & qui devient une réelle étendue ? Comment concevoir dans ces atomes ou dans ces points, une diversité de faces : sans y concevoir une multiplicité de côtés dont l'un n'est pas l'autre ? Comment ces points peuvent-ils s'enfler ou se défler, sans avoir des parties qui s'éloignent & se rapprochent les unes des autres ?

Philosophie, c'est à des philosophes de cette trempe que tu dûs le dédain & le mépris qui te furent si justement attachés dans des siècles de barbarie & de déraison ; où l'on ne faisoit servir ta lumière qu'à éclairer de semblables inepties ! N'oublie jamais, que s'envelopper dans des ténèbres pour éluder une difficulté réelle, c'est la misérable ressource de l'ignorance & de l'imbécillité : ressource que dédaigne le génie, & dont rougit la raison !

LES ATOMES DE GASSENDI.

55. SENTIMENT IV. Gassendi admet, d'après Démocrite & d'après Epicure, des atomes de différente masse & de différente figure, *étendus & indivisibles* : avec cette différence que Gassendi suppose ces atomes créés & mus par l'Auteur de la nature ; ce que ne supposoient point Epicure & Démocrite, qui les faisoient incréés & mus par eux-mêmes. (*Met.* 578).

RÉFUTATION. Si Gassendi se bornoit à dire que ces Atomes primitifs, *étendus & divisibles en eux-mêmes*, ont reçu du Créateur une figure & une masse qu'aucun agent créé ne peut leur faire perdre : ce sentiment, conforme à la raison & à l'expérience, n'auroit rien de répréhensible.

Mais admettre des atomes de différente grandeur & de différente figure, *étendus & indivisibles en eux-mêmes* : c'est admettre des choses qui se détruisent. Car comment concevoir un atome cubique, un atome pyramidal, un atome hérissé d'angles & de concavités : sans concevoir une multiplicité de parties, qui composent ces faces, ces concavités, ces angles solides ? Comment concevoir deux atomes d'inégale grandeur, dont le premier soit double du second : sans concevoir dans le premier une quantité double de substance, qui pourroit être divisée en deux, & composer deux atomes égaux au second ?

Dire que, malgré cette diversité de masse & de figure, ces atomes étendus sont simples & sans parties, parce que leur nature est d'être tels ; c'est vouloir soutenir un inepte paradoxe par une palpable absurdité. Qui m'empêchera de soutenir, par la même dialectique, & avec le même ton de vérité & de con-

viction, que le mont Apennin ou le mont Atlas sont simples & sans parties : en disant de même contre toute raison & contre toute évidence, que leur nature est d'être simples & sans parties ? De quelle incon séquence n'est pas capable l'esprit humain : quand, stupidement aveugle & opiniâtre, il épouse un mauvais système !

Si ces atomes de Gassendi sont étendus, ils ont au moins deux parties : s'ils ont deux parties, l'une n'est pas l'autre, l'existence de l'une n'est pas l'existence de l'autre : donc l'une peut exister sans l'autre : donc l'une peut être séparée de l'autre. Donc ces Atomes étendus ne sont point indivisibles en eux-mêmes. C. Q. F. D.

LES POINTS SANS CONTACT DE BOSCOVICH.

56. SENTIMENT V. Le seul qui ait réussi à concilier l'étendue des élémens avec l'étendue des corps, c'est l'illustre Boscovich, ingénieux philosophe & profond mathématicien. Son système, clinquant & éblouissant, a de quoi en imposer à quiconque peut prendre le brillant pour le solide, l'esprit pour la raison, le roman pour la vérité. Voici une légère esquisse de ce système.

I°. Chez Boscovich, comme chez Zénon, les élémens de la Matière, sont des Points ou des atomes inétendus, de différente nature.

II°. Chez Boscovich, comme chez Newton, ces élémens ont des attractions réciproques, en vertu desquelles ils tendent les uns vers les autres.

III°. Chez Boscovich, les attractions sont jointes à des répulsions. Ces Points s'attirent & se repoussent alternativement, sans pouvoir jamais arriver au point de contact : en sorte que, dans la Nature entière, dans les corps les plus denses & les plus durs, il n'y a jamais, & il ne peut jamais y avoir, deux atomes contigus.

IV°. Dans la plupart de ces élémens, l'Attraction réciproque a lieu jusqu'à un certain degré de proximité, auquel la Répulsion commence. De là l'action de la Nature, dans l'air, dans la lumière, dans la matière subtile.

V°. Dans quelques-uns de ces élémens, l'attraction & la répulsion ont un Point d'équilibre, ou d'égalité : l'attraction & la répulsion étant égales, elles se détruisent réciproquement, & le repos a lieu entre ces élémens. De là, la dureté des corps.

Les Corps fluides sont composés d'élémens qui s'attirent & se repoussent sans cesse : sans pouvoir parvenir à un point de proximité ou d'éloignement, ou l'une de ces deux forces opposées ne l'emporte pas sur l'autre.

Les Corps durs sont composés d'élémens dans lesquels

l'attraction & la répulsion arrivent à des points d'équilibre ; dans un grand degré de proximité entre ces élémens, mais toujours sans aucun contact.

Un mélange de ces deux especes d'élémens, dont les uns parviennent & les autres ne parviennent jamais à un point d'équilibre entre la force attractive & la force répulsive, produit des Corps d'une moindre dureté.

VI°. Ces élémens inétendus, dans ce système, forment aisément une étendue réelle. Car, soit un pouce cubique d'étendue, prise dans le vuide ou dans l'espace pénétrable.

Divisez par la pensée, ce pouce cubique, en cent mille millions ou billions de parties ; & placez dans chacune de ces parties un atome inétendu d'or ou de marbre, que son attraction & sa répulsion empêcheront de s'approcher de plus près des autres élémens : vous aurez un pouce cubique d'étendue solide & impénétrable. Le dernier point inétendu qui sera du côté de l'orient, sera éloigné du dernier point inétendu qui sera du côté du couchant, de l'étendue d'un pouce ; & ces cent mille millions ou billions de points inétendus d'or ou de marbre, sans avoir aucune étendue par eux-mêmes, auront l'étendue de l'espace qu'ils occupent sans se toucher, & dans lequel ils empêchent d'autres points semblables de se placer.

57. REMARQUE. Ce système, né en Italie à peu près dans le même tems que les Pantins naissoient en France, semble se sentir un peu trop du génie de son siècle ; & vouloir faire de la Nature entière, une vraie pantalonade, digne peut être d'amuser, incapable sûrement d'instruire & d'éclairer.

La Loi de continuité, sur laquelle on tâche de l'établir, & en vertu de laquelle tout s'opere dans la Nature par des accroissemens & des décroissemens successifs, est-elle bien rigoureusement démontrée dans la généralité qu'on lui donne ? Pourquoi un corps qui a un mouvement comme 100, ne pourroit-il pas perdre subitement tout son mouvement : sans passer par tous les degrés décroissans depuis 100 jusqu'à 0 ? Et quand même cette Loi de continuité seroit aussi rigoureusement démontrée qu'on le prétend : à qui persuadera-t-on les chimeres qu'on veut en faire découler ? Un système qui suppose ou qui prouve qu'il n'y a pas deux élémens contigus dans la Nature, est un système tout refuté par lui-même ; un système que la raison défavoue, lors même qu'elle en admire le brillant échafaudage.

Il est peu probable que Descartes ait jamais été bien persuadé de la réalité de ses *Tourbillons* & de ses *Automates* ;



Leibnitz, de la réalité de ses *Monades* ; Boscovich, de la réalité de son *Incontiguïté*. Les grands hommes s'amusaient quelquefois à enfanter, en badinant, d'ingénieuses chimères, que d'autres grands hommes adoptent & soutiennent quelquefois dans le même goût & dans le même esprit ; & que des hommes d'un génie borné & peu judicieux, épousent avec persuasion, & réalisent avec enthousiasme.

## PARAGRAPHÉ SECOND.

### SENTIMENS POUR L'INFINIE DIVISIBILITÉ

L'ÉCOLE Péripatéticienne se déclara pour l'infinie divisibilité de la Matière : elle se divisa en deux classes opposées & rivales.

58. SENTIMENT I. La première admit dans toute portion quelconque de Matière, par exemple, dans un bloc de marbre, dans un grain de sable, dans une goutte d'eau, un *Nombre infini de parties en réalité*, ou de parties qui sont actuellement distinguées l'une de l'autre ; sans s'épouvanter des difficultés qu'entraîne l'accablant nîme de l'infini.

59. SENTIMENT II. La seconde admit dans cette même portion de matière, un *Nombre infini de parties en puissance*, ou de parties qui dans le continu ne sont point actuellement parties, ne sont point actuellement distinguées l'une de l'autre ; & qui ne peuvent devenir réellement parties distinguées, que par la seule division réelle ou mentale, laquelle ne peut jamais être effectuée à l'infini. Par ce moyen, elle éludoit les difficultés qui decourent du nombre infini de parties dans un même tout.

D'accord dans leurs principes, ces deux Sectes rivales différoient dans leurs procédés. La première sentoit les embarras de l'infinie divisibilité, & en adoptoit avec candeur les accablantes conséquences. La seconde sentoit les mêmes embarras de l'infinie divisibilité ; & employoit, avec supercherie, un puérile & inepte subterfuge, pour en éluder les difficultés. Celle-là étoit une école de Philosophes ; celle-ci, une école de Charlatans.

Descartes admet dans la Matière une *Divisibilité indéfinie*, ou une divisibilité à laquelle on ne peut assigner aucunes bornes fixes & déterminées. Il est facile de forcer Descartes à ôter l'équivoque dont il s'enveloppe. Car dans la Matière, ou il y a réellement un terme au-delà duquel la division cesse d'être possible en elle-même ; & dans ce cas, la divisibilité a des bornes, la divisibilité est finie : ou il n'y a réel-

lement point de terme au-delà duquel la division cesse d'être possible en elle-même ; & dans ce cas , la divisibilité est sans bornes , la divisibilité est infinie.

## P R O P O S I T I O N .

60. *Il est vraisemblable que la Matière est divisible à l'infini.*

DÉMONSTRATION I. Nous avons déjà fait voir que les élémens de la matière , quelque petitesse possible qu'on leur suppose , ne peuvent pas être inétendus (48) : donc ces élémens ont réellement une étendue.

Des élémens étendus , de l'aveu même des Zénonistes , ont au moins deux parties , dont l'une n'est pas l'autre : pourquoi l'une ne pourroit-elle pas exister sans l'autre , ou séparée de l'autre ? Ces deux parties ne pourroient peut-être pas être divisées par les Agens créés , qui n'ont point de prise sur elles , qui manquent ou d'action ou d'instrumens propres à opérer leur séparation. Mais pourquoi ne pourroient-elles pas être divisées par le Créateur , dont la puissance ne connoit point d'obstacle ; qui , pour agir , n'a besoin que de vouloir ; à l'action duquel le plus petit objet est autant en prise , que l'objet le plus grand ?

DÉMONSTRATION II. La division diminue l'étendue d'un corps ; mais elle ne l'anéantit pas. Donc , après toute division effectuée , l'étendue d'un corps subsiste , ainsi que le corps divisé.

L'étendue , de l'aveu même des Zénonistes , dit nécessairement multiplicité de parties : donc , après toute division effectuée , l'étendue toujours subsistante dans les élémens divisés , comprend au moins deux parties dont l'une n'est pas l'autre , dont l'une peut être séparée de l'autre. Donc , après toute division effectuée , la Matière reste encore divisible : donc la matière est divisible à l'infini.

DÉMONSTRATION III. Les Mathématiciens , qui presque tous supposent & admettent la divisibilité à l'infini dans la Matière , emploient plusieurs sortes de démonstrations mathématiques , pour l'établir. Nous n'en rapporterons ici qu'une seule , qui tiendra lieu de toutes les autres. (Fig. 1).

Soient deux lignes paralleles  $AB$  ,  $CD$ . Qu'une diagonale indéfinie  $AH$  , fixée au point  $A$  , coupe toujours en se mouvant , la parallele inférieure  $CD$ .

Si le petit homme qui tient en main la diagonale indéfinie , marche pendant une éternité sur la parallele  $CD$  , prolongée à l'infini : cette diagonale continuera à l'infini de s'avancer du point  $G$  vers le point  $E$  , en touchant continuellement de nouveaux points de la ligne  $GE$  , sans jamais arriver au

point E : puisque, pour arriver au E, il faudroit que la diagonale A H se confondit avec la parallele A B.

Donc la ligne ou l'espace G E a une infinité de points dont l'un n'est pas l'autre, sur lesquels peut s'appliquer successivement à l'infini la diagonale mobile. Donc cette ligne ou cet espace G E est divisible à l'infini : donc une matiere quelconque, qui remplira cet espace G E, est divisible à l'infini. C. Q. F. D.

61. COROLLAIRE I. *Une très-petite portion de Matiere, peut remplir un espace fini quelconque : en telle sorte qu'il ne reste dans cet espace, que des Vuides aussi petits qu'on voudra les assigner.*

DÉMONSTRATION. C'est une suite manifeste & de l'inconcevable division, & de l'infinie divisibilité de la matiere. Soit, d'un côté, un très-petit Grain de fable, & de l'autre, un Espace vuide, d'une grandeur quelconque, d'un pied cube, d'un million de pieds cubes, d'autant de pieds cubes qu'il y en a entre le soleil & les étoiles.

I°. Si l'espace donné étant d'un pied cube, on exige que dans ce pied cube il ne reste aucun vuide plus grand qu'un millionieme de ligne : il suffira que ce grain de fable soit divisé en autant de parties, qu'il en faut pour en placer une dans chaque millionieme de ligne, contenu dans ce pied cube : ce qui n'exige dans ce grain de fable qu'une division incomparablement moindre que celle que les observations nous démontrent effectuée dans la Nature. (40 & 41).

II°. Si l'espace donné est un million de fois plus grand qu'un pied cube : il ne faudra encore, dans le grain de fable donné, pour satisfaire aux mêmes conditions, qu'une division un million de fois plus grande que la précédente ; division encore incomparablement moindre que celle dont nous trouvons mille & mille exemples dans la Nature.

III°. Si l'espace donné est aussi grand ou plus grand que l'espace fini dans lequel est renfermé l'univers : il est clair que cet espace fini ne renferme qu'un nombre fini de points distans les uns des autres d'un millionieme de ligne ; & que ce grain de fable, pour être distribué dans tous ces points, n'exigeroit qu'une division finie de ses parties ; division toujours possible en elle-même, comme on vient de le démontrer.

62. COROLLAIRE II. *Toute portion de Matiere, a une infinité d'infinités de parties réelles & distinctes.*

DÉMONSTRATION. I°. Toute portion de Matiere étant divisible à l'infini, elle a nécessairement une infinité de parties dont l'une n'est pas l'autre : puisqu'elle ne peut être

divisible à l'infini, sans avoir une infinité de parties qui puissent être à l'infini séparées les unes des autres.

II°. La moitié, le quart, le huitieme, le seizieme, toute partie proportionnelle de cette portion de matiere, est elle-même matiere : donc cette moitié, ce quart, ce huitieme, ce seizieme, & ainsi de suite à l'infini décroissant, ont chacun une infinité de parties réelles & distinctes.

III°. Cette portion de matiere a une infinité de parties, dont chacune est matiere, & dont chacune renferme une infinité de parties réelles & distinctes : donc il y a dans cette portion de matiere, une infinité d'infinités de parties réelles & distinctes. C. Q. F. D.

63. REMARQUE I. Le Philosophe Keil, Anglois de nation, démontre dans son *Introduction à la vraie Physique*, que les principales objections que l'on fait contre l'infinie divisibilité, & que l'on regarde comme des absurdités qui la détruisent, sont tout autant d'assertions très vraies & très-philosophiques : savoir,

I°. Qu'une quantité finie auroit un nombre infini de parties actuelles & distinctes. Proposition vraie ! Une ligne d'un pouce est finie, puisqu'elle n'a pas une infinité de pouces : & cependant cette ligne d'un pouce, renferme une infinité de points dont l'un n'est pas l'autre.

II°. Qu'une quantité finie seroit égale à une quantité infinie. Proposition vraie ! Une ligne d'un pouce, est égale au nombre infini de points qui la composent. L'absurde apparent de cette proposition ne vient que de l'équivoque qui fait confondre l'étendue décroissante, avec l'étendue fixe & déterminée. Il est absurde que l'étendue d'une toise, soit égale à l'étendue d'une infinité de toises : mais il n'est pas absurde que l'étendue d'une toise soit égale à l'étendue de ses deux moitiés, de ses quatre quarts, de ses seize seiziemes, du nombre total quelconque de ses parties à l'infini décroissantes.

III°. Qu'il y auroit des infinis plus grands les uns que les autres. Proposition vraie ! Quoiqu'un grand tout & un petit tout aient un égal nombre de parties proportionnelles, par exemple, de moitiés, de quarts, de huitiemes, de seiziemes, & ainsi de suite à l'infini ; il n'en est pas moins évidemment vrai que le nombre des parties réelles qui composent la Terre entière, est du double plus grand que le nombre des parties qui composent la moitié de la terre. L'un & l'autre nombre est cependant également infini : puisqu'il est également impossible, dans la moitié comme dans le tout, d'arriver à un terme où il ne reste plus de parties à diviser.

L'absurde apparent de cette proposition ne vient que des

fausses notions qu'on se forme de l'Infini, en confondant l'Infini en essence & en nature, avec l'Infini en nombre de parties. On définit l'Infini: *ce à quoi on ne peut rien ajouter ou retrancher; ou bien, ce qui est tel qu'on ne peut rien concevoir de plus grand.* Fausse définition! Si elle convient à l'Infini en essence, à Dieu: elle ne convient point à l'Infini en nombre de parties dont il est ici question.

L'Infini en nombre de parties doit être défini: *ce qui a un nombre inépuisable de parties; ou bien, ce dont le nombre de parties ne peut être exprimé par aucun nombre fini:* définition qui convient également & à un infini plus grand & à un infini plus petit. (*Mét.* 246 & 676).

64. REMARQUE II. Quelque triomphantes que paroissent les preuves qui établissent l'infinité divisibilité de la Matière, elles ne bannissent presque jamais entièrement & plénièrement le doute: parce qu'étonné & confondu à l'aspect des ténébreux abîmes de l'Infini, notre esprit cesse d'être assuré, dès qu'il cesse d'être éclairé.

La lumière persuasive, qui commence à naître dans les preuves satisfaisantes de l'infinité divisibilité, ne se soutient qu'avec peine dans les nuages qui en enveloppent les conséquences.

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

65. OBJECTION I. La principale preuve, la seule preuve bien décisive contre le système des Points inétendus & indivisibles, c'est l'étendue des Corps: étendue que l'on dit ne pouvoir naître & résulter de points inétendus. Mais une ligne mathématique, étendue en longueur, ne résulte-t-elle pas d'un nombre infini de points mathématiques qui n'ont point d'étendue; comme un nombre résulte d'un assemblage d'unités, dont aucune n'a la propriété de nombre?

RÉPONSE. 1<sup>o</sup>. Il est tout aussi impossible qu'une ligne mathématique, étendue en longueur, résulte d'une infinité de points sans aucune étendue réelle: qu'il est impossible qu'un être existant résulte d'une infinité de négations ou de privations d'existence; qu'un être intelligent résulte d'une infinité de négations ou de privations d'intellectivité.

Ainsi une ligne mathématique, étendue en longueur, résulte d'une infinité de points dont chacun a une infiniment petite étendue en tout sens: étendue dont on fait abstraction dans le calcul. Cette infiniment petite étendue du point mathématique, répétée une infinité de fois en longueur, donne une ligne mathématique plus ou moins longue, qui a une infiniment petite largeur. Cette infiniment petite largeur

d'une ligne mathématique, répétée une infinité de fois, donne une surface mathématique, qui a une infiniment petite épaisseur ou profondeur. Cette infiniment petite profondeur d'une surface mathématique, répétée une infinité de fois, donne un Solide de trois dimensions.

Il est évident que rien de semblable ne peut résulter des Points zénoniques, qui n'ont absolument aucune étendue, ni grande ni petite : puisque rien, ajouté une infinité de fois à rien, ne donne jamais que rien, pour somme ou pour produit.

II°. L'unité, qui seule ne fait point nombre, & qui, jointe à une autre unité, fait nombre, ne prouve aucunement que des points inétendus puissent faire une étendue.

Joindre une unité à une autre unité, c'est joindre un être positif à un être positif, qui font deux être positifs, ou un nombre. Joindre un inétendu à un autre inétendu, c'est joindre une privation d'étendue à une autre privation d'étendue, qui ne font évidemment qu'une double privation d'étendue.

La dénomination de *Nombre*, est une dénomination extrinseque, qui se refuse à un seul individu, & qui se donne à plusieurs individus : sans ôter ou ajouter aucune propriété intrinseque à ces individus, séparés ou réunis. La dénomination d'*Inétendu* exprime une propriété intrinseque du sujet : propriété négative, qui en exclut formellement l'étendue ; comme l'inintellectivité dans un caillou, en exclut formellement l'intellectivité.

Dire qu'une unité ne fait pas nombre, & que deux unités font nombre ; c'est dire qu'une seule unité ne fait qu'un seul individu, & que deux unités font deux individus : ce qui est fort simple & fort raisonnable. Dire qu'un *Point inétendu* ne peut pas faire une étendue, & que deux points inétendus peuvent faire une étendue ; c'est dire qu'un caillou sans intellectivité ne peut pas faire une intelligence, mais que deux caillous sans intellectivité, par la réunion de leurs deux inintellectivités, peuvent faire une intelligence : ce qui est très-inepte & très-absurde. (\*).

(\* ) Ratio formalis propter quam *Unitas* non est numerus, est defectus alterius unitatis sociæ ; quem defectum tollis, sociando priori unitati alteram unitatem, quæ est aliquid positivum prioris defectus exclusivum. Defectus enim tollitur per ens ipsius exclusivum : defectus societatis excluditur per meram accessionem entis socii. Ratio formalis propter quam *Punctum zenonicum* est inexrensium, est defectus extensionis intrinsecæ ; quem defectum non tollit accessio alterius puncti eundem intrinsecæ extensionis defectum habentis : defectus enim non tollitur per alterum defectum, sed tantum per aliquid positivum ipsi oppositum. Sicut defectus pecuniæ in crumenâ, non excluditur per alterum pecuniæ defectum.

66. OBJECTION II. Soit une portion de feuille d'or battu, d'une ligne quarrée de surface. Si la Matière est divisible à l'infini; le Créateur peut diviser sans fin dans sa petite épaisseur cette ligne quarrée, en surfaces toujours plus minces. Il pourroit donc, à force de multiplier les divisions & les surfaces, convertir cette ligne quarrée de feuille d'or, en une enveloppe continue, propre à couvrir & cet univers & mille millions d'univers semblables. Quelle révoltante absurdité!

RÉPONSE. Cette petite portion de feuille d'or, après toute division effectuée, a toujours deux surfaces, dont l'une n'est pas l'autre. Il n'y a donc point d'absurdité à dire que l'une peut toujours être séparée de l'autre; & que le Tout-puissant, à force de divisions, peut en faire une enveloppe continue, capable de contenir tant de millions de millions de mondes qu'on voudra.

L'Imagination, cette puissance de l'ame destinée à tracer des images, s'effraie & se trouble à l'aspect d'une division comme infinie, dont elle ne fait pas la maniere, qu'elle ne peut pas suivre dans ses progrès, qui échappe & se refuse inévitablement à ses tableaux.

Mais la Raison, cette puissance de l'ame qui juge & qui conclut, ne s'effraie point de voir qu'une substance toujours divisible, puisse toujours être divisée par une puissance qui s'étend à tout ce qui ne répugne point.

67. OBJECTION III. Si la division de la Matière est possible à l'infini. supposons la effectuée à l'infini. Dans cette hypothèse, la division possible à l'infini arrive à un terme où elle cesse d'être possible: puisqu'il est évidemment impossible de la pousser au-delà de l'infini. Donc la divisibilité à l'infini entraîne une contradiction manifeste, qui en démontre la chimere.

RÉPONSE. La division de la matière est possible à l'infini: parce qu'il est impossible d'arriver à un point de division, où la division cesse d'être ultérieurement possible. Mais il ne s'ensuit pas de l'infinie divisibilité de la matière, que la division de la matière puisse être effectuée ou supposée effectuée à l'infini: parce qu'il répugne que l'infinie divisibilité de la matière, puisse être épuisée par un nombre quelconque de divisions.

1<sup>o</sup>. Il n'y a aucun nombre fini qui puisse exprimer le nom-

---

tum, sed per solam pecuniæ accessionem; ita defectus extensionis in puncto zenonico non excluditur per alteram extensionis defectum, sed per solam extensionis accessionem.

bre ou la quantité de divisions, dont est susceptible une portion déterminée de matiere. Donc le nombre des divisions possibles dans cette portion de matiere, est un nombre infini : puisque, s'il n'étoit pas infini, il pourroit être exprimé par un nombre fini, capable de l'égalier ou de le surpasser.

II°. Il répugne qu'un nombre infini & inépuisable de divisions possibles, dans une portion de matiere, finisse & s'épuise : donc la matiere à l'infini divisible, ne peut jamais être à l'infini divisée. Donc la puissance infinie du Créateur ne peut jamais arriver, dans la matiere, à une dernière division qui répugne : parce que l'infinie puissance du Créateur, ne s'étend pas à faire ce qui est impossible en soi. (*Met.* 665 & 672).

68. OBJECTION IV. Si un pouce cubique de marbre avoit un nombre infini de parties réelles ; ce pouce cubique de marbre auroit une étendue infinie : puisqu'il est évident qu'un nombre infini de parties, dont la plus petite a une étendue, doit évidemment faire une étendue infinie.

Supposons, en effet, qu'il faille mille millions de billions ou de trillions de ces parties qui ont *la plus petite étendue possible*, pour faire une ligne d'étendue. Il est évident que ce nombre pris mille fois, formeroit mille lignes d'étendue ; pris cent mille fois, formeroit cent mille lignes d'étendue ; pris une infinité de fois, formeroit une infinité de lignes d'étendue, ou une étendue infinie. Donc, si un pouce cubique de marbre avoit une infinité de parties étendues, quelque petites qu'on les suppose : ce nombre infini de parties étendues, donneroit à ce pouce cubique de marbre, une étendue infinie en tout sens. Quelles palpables absurdités entraîne donc cette infinie divisibilité de la matiere !

RÉPONSE. Il est évident qu'un nombre infini de parties d'une grandeur déterminée, quelque immensément petite que soit supposée cette grandeur déterminée, donneroit une étendue infinie : mais il est faux qu'il y ait dans ce pouce cubique de marbre, un nombre infini de parties d'une telle grandeur déterminée. On se trompe en deux manieres sur l'étendue des parties de ce pouce cubique de marbre, lequel sert d'exemple général pour toute portion quelconque de matiere.

I°. On se trompe, en supposant dans ce pouce cubique de marbre, une infinité de parties d'une grandeur déterminée, la plus petite qu'il soit possible. Il n'y a dans ce pouce cubique de marbre, aucune partie concevable, qui ait la plus petite étendue possible : puisque cette partie que l'on conçoit, a encore deux moitiés, quatre quarts, huit huitiemes, seize seiziemes, & ainsi de suite à l'infini ; & que ces parties



sont nécessairement moindres que leur tout. Il n'y a donc point de partie dans la matière, qui soit *la plus petite de toutes*: il n'y a donc point, dans les parties étendues de la matière, d'étendue *la moindre qu'il soit possible*.

Il est donc absurde de partir de cette double supposition; pour combattre l'infinie divisibilité de la matière, dont l'étendue & les parties peuvent décroître à l'infini, sans qu'il soit possible d'atteindre ou d'assigner leur dernier terme de décroissement. Ces parties infiniment petites de la matière, ont une nature fixe & déterminée: mais leur nature fixe & déterminée, est d'être à l'infini divisibles.

11°. On se trompe en s'imaginant qu'un nombre infini de parties décroissantes, doit former une étendue infinie. Soit une étendue quelconque, par exemple, une étendue d'un pouce, que l'on divise à l'infini par moitiés. Le tout donnera 1; la première division,  $\frac{1}{2}$ ; la seconde division,  $\frac{1}{4}$ ; les divisions suivantes,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$ ,  $\frac{1}{32}$ ,  $\frac{1}{64}$ ,  $\frac{1}{128}$ ...  $\frac{1}{\infty}$ .

Il est évident que la somme infinie de ces parties proportionnellement décroissantes ( $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \frac{1}{64} + \frac{1}{128} + \dots + \frac{1}{\infty}$ ) est précisément égale au premier terme 1, qui exprime le tout: donc un nombre infini de parties décroissantes ne donne pas une grandeur infinie, mais simplement une grandeur finie, correspondante à la somme entière du tout dont elles sont parties. Donc le nombre infini de parties infiniment petites, qui composent un pouce cubique de marbre, doit donner, non une étendue infinie, mais simplement une étendue égale à l'étendue d'un pouce cubique.

Et comme la somme infinie, qui est égale à 1, peut être prise ou deux fois, ou cent fois, ou un million de fois, & ainsi de suite: un nombre infini de parties, deux fois, ou cent fois, ou un million de fois plus grand que le nombre infini de parties qui composent ce pouce cubique de marbre, donneroit précisément une masse, ou deux fois, ou cent fois, ou un million de fois plus grande, que ce pouce cubique de marbre. (*Math.* 297).

69. OBJECTION V. Tout ce qui est créé est nécessairement fini; & la création de l'Infini répugne en elle-même: donc Dieu n'a point créé dans la Matière, un nombre infini de parties. (*Nat.* 665 & 676).

RÉPONSE. Tout ce qui est créé est nécessairement fini & borné en nature, en perfection, en étendue, & non en nombre de parties.

1°. Il répugne que le Tout-puissant crée une substance infinie en nature, en perfection, en étendue, pour deux raisons principales que nous ne faisons qu'indiquer:

D'abord, parce qu'il répugne qu'une substance créée, que l'on conçoit toujours nécessairement susceptible d'une ultérieure perfection, d'une ultérieure augmentation, arrive à un terme où elle cesse d'être perfectible :

Ensuite, parce qu'il répugne que l'intarissable richesse du Créateur, que l'on conçoit toujours essentiellement communicable & participable à l'infini, arrive à un terme où elle tarisse, où elle cesse de pouvoir être ultérieurement communiquée & participée. (*Mét.* 668).

11°. Mais il ne répugne par aucune raison, que le Tout-puissant crée une substance finie en sa nature, dont un nombre infini de parties constitue la nature limitée & bornée.

Il répugne qu'il existe un corps qui ait une infinité de parties d'une grandeur déterminée, par exemple, d'une ligne, d'un millionième de ligne : parce que la somme infinie de ces lignes ou de ces millionièmes de lignes, formeroit un tout infini, dont l'existence est impossible. Mais il ne répugne pas qu'il existe un corps qui ait une infinité de parties décroissantes à l'infini : parce que la somme infinie de ces parties à l'infini décroissantes, ne forme qu'un tout fini, dont l'existence est possible.

70. OBJECTION VI. Le Tout-puissant ne peut pas créer un nombre infini d'individus dans une espèce, par exemple, dans l'espèce humaine. (*Mét.* 669 & 678).

Donc, par la même raison, le Tout-puissant ne peut pas créer, dans une portion déterminée de matière, un nombre infini de parties, dont chacune est comme un individu distingué de toute autre partie ou de tout autre individu.

RÉPONSE. Il répugne que le Tout-puissant puisse créer un nombre infini d'hommes : parce qu'il répugne que le nombre infini & inépuisable des hommes possibles, s'épuise & finisse; parce qu'il répugne que la puissance infinie & intarissable du Créateur, tarisse & s'épuise relativement à l'espèce humaine. Mais il ne répugne par aucune raison, que le Tout-puissant puisse créer une portion déterminée de matière, laquelle ait, comme l'exige son essence, un nombre infini de parties, dont la somme infinie ne fait qu'une nature finie; dont la somme infinie n'épuise point l'intarissable puissance du Créateur; dont la somme infinie n'offre rien qui se refuse à l'action créatrice qui l'atteint & qui l'embrasse.

1°. La raison de parité qu'on objecte, renferme & présente une disparité bien manifeste, qui en détruit toute l'application.

Quand on conçoit un *Nombre infini d'hommes possibles* : on conçoit évidemment que ce nombre infini ne peut pas être

tout créé : donc on doit affirmer que la création entière & totale de ce nombre infini répugne. (*Mét.* 669 & 678).

Quand on conçoit, au contraire, un *Nombre infini de parties*, dans un pouce cubique de marbre ; on conçoit aisément que ce nombre infini de parties peut être tout créé : donc on doit affirmer que la création de ce nombre infini de parties, ne répugne point.

Le premier nombre est une collection infinie d'individus, dont l'existence générale & universelle formeroit un infini créé, lequel est évidemment impossible. Le second nombre est une somme infinie de parties d'un seul & unique Individu ; lequel, réuni ou divisé, ne fait jamais que le même individu ou la même nature, dont l'existence ne présente rien d'impossible.

II°. Il répugne à la vérité, que Dieu crée l'une après l'autre, ces parties dont le nombre infini compose ce pouce cubique de marbre : parce que ce nombre infini & inépuisable de parties, ne pourroit jamais être successivement épuisé.

Mais il ne répugne point que cette *somme infinie de parties*, qui doit former & constituer la nature finie de ce pouce cubique de marbre, soit toute créée à la fois : parce qu'il ne répugne point qu'une nature finie & bornée reçoive en un instant, avec l'existence, le nombre infini de parties qui constituent nécessairement cette existence.

71. OBJECTION VII. Si la Matière est divisible à l'infini : une surface d'un pouce, a une infinité de points dans sa longueur. Si une surface d'un pouce, a une infinité de points dans sa longueur : cette surface ne peut être parcourue par un mobile dans toute sa longueur, sans que ce mobile passe, par des atouchemens successifs, sur une infinité de points qui constituent cette longueur. Si un mobile passe, par des atouchemens successifs, sur une infinité de points : il faut à ce mobile, qui ne peut toucher & parcourir qu'un point à chaque instant, une infinité d'instans, pour parcourir cette ligne d'une infinité de points.

Donc, si une surface d'un pouce, a une infinité de points dans sa longueur : il ne faut rien moins qu'une infinité d'instans ou qu'une éternité, pour qu'un mobile parcoure la longueur de cette surface.

Donc un homme ou un boulet de canon, quelque vitesse qu'on leur suppose, ne pourroient jamais parcourir une espace d'un pouce d'étendue.

C'est ici le célèbre argument par lequel Zenon s'efforçoit de démontrer à Diogene, l'impossibilité du *Mouvement*. Diogene, embarrassé & ne sachant que répondre, se leva de

son siege, se promena dans sa salle, se remit à sa place. En se promenant, il démontra à son Adversaire la possibilité du mouvement: en avouant ensuite qu'il ne savoit comment répondre à la difficulté proposée, il apprennoit à ce même adversaire qu'une difficulté insoluble ne doit pas faire abandonner une vérité certaine.

Si Zenon attaquoit simplement & absolument la possibilité du mouvement: la réponse muette de Diogene étoit ingénieuse & triomphante. Mais si Zenon se bornoit à faire voir que la possibilité du mouvement étoit incompatible avec l'infinie divisibilité de la matiere, qu'admettoit peut-être Diogene: la réponse muette de ce dernier, étoit nulle & inepte. Quoi qu'il en soit.

RÉPONSE. Le Tems, comme la Matiere, est divisible à l'infini: puisqu'une heure peut être divisée sans fin en parties proportionnellement décroissantes, par exemple, en demies, en quarts, en huitiemes, en seiziemes, qu'exprimera cette suite décroissante,  $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \frac{1}{32}, \frac{1}{64}, \frac{1}{128}, \dots, \frac{1}{2^n}$ .

1°. La somme infinie des parties d'une heure proportionnellement décroissantes, est précisément égale à une heure; & il ne faut rien moins qu'une infinité de fois le dernier terme de cette suite décroissante, pour faire la durée d'une heure.

Une minute, une seconde, une tierce, est également divisible en un nombre infini de parties à l'infini décroissantes, dont la somme infinie ne fera ou qu'une minute, ou qu'une seconde, ou qu'une tierce.

Il°. Il est facile, d'après ces principes, de réfuter l'objection de Zenon. Un espace déterminé, par exemple, une toise exige dans le mobile qui le parcourt, un tems déterminé, par exemple, une seconde. Un point infiniment petit de cet espace déterminé, exigera une infiniment petite partie du tems déterminé, ou de la seconde. Pour parcourir l'espace total qui a une infinité de points infiniment petits, dont la somme infinie fait une toise, il faudra donc simplement une infinité d'instans infiniment petits, dont la somme infinie fait une seconde.

Il est donc faux que l'infinie divisibilité de la Matiere, entraîne l'impossibilité du mouvement; ou qu'il faille, dans ce sentiment, un tems infini pour parcourir un espace fini.

On voit, par cette théorie de l'infinie Divisibilité, quels nuages obscurcissent toujours nécessairement l'esprit humain: toutes les fois qu'il ose étendre ses idées finies sur la nature de l'Infini, dans les choses même où l'existence de l'infini lui paroît le mieux démontrée, & où la nature de l'infini semble être le plus à sa portée.

## QUATRIÈME SECTION.

INERTIE DE LA MATIÈRE, ET LOIX GÉNÉRALES D'OU  
DÉPEND SON ACTION.

72. DÉFINITION I. **O**N nomme *Inertie de la Matière* ; une propriété négative qui fait de la matière une substance purement passive ; une substance incapable d'avoir par elle-même & de puiser dans son propre fonds aucune action, aucun mouvement, aucune influence, aucune vertu positivement agissante ou résistante : en sorte que tout ce que nous voyons d'activité dans la Nature matérielle, ait nécessairement pour cause efficiente, une autre source que la matière qui en est le sujet.

Mais il ne faut point confondre dans la Matière, la qualité d'inertie, avec la force d'inertie, dont nous parlerons ailleurs (286).

La *Qualité d'inertie* est dans la matière, une propriété négative & naturelle : elle exprime un simple défaut d'action intrinsèque & née de la matière : elle exprime ce qu'est la matière en elle-même & par elle-même.

La *Force d'inertie* est dans la matière, une propriété positive & accidentelle : elle exprime ce que donne de force agissante ou résistante à la matière, la volonté libre du Créateur, qui l'anime & la met en jeu selon certaines Loix fixes.

73. DÉFINITION II. **O**n nomme *Loix générales de la Matière*, ou de la Nature matérielle, la manière fixe & constante dont elle reçoit, conserve, exerce, communique & perd l'action qui l'anime. Par exemple, c'est une Loi générale de la matière, qu'elle ne reçoive point le mouvement sans une cause ; qu'elle ne le perde point sans une résistance ; qu'elle le communique & le transmette selon certaines règles fixes ; & ainsi du reste.

## ARTICLE PREMIER.

## L'INERTIE DE LA MATIÈRE.

74. OBSERVATION. **I**L est visible qu'il y a une action permanente, une action uniforme & régulière, une action soumise à des loix fixes & invariables dans toute la Nature sensible. Mais qu'elle est la source, & l'origine, & la cause de cette action de la Nature ? C'est ce qui n'est pas visible de même.

I°. Le Peuple, qui communément ne voit rien au-delà de ce qu'apperçoivent ses sens, juge sans examen que l'action des corps n'a d'autre source, d'autre principe, d'autre cause efficiente, qu'une vertu occulte de ces corps.

Juger ainsi, juger que les globes célestes se meuvent, parce qu'ils ont en eux-mêmes & par eux-mêmes la vertu de se mouvoir; que les corps terrestres gravitent vers le centre de la terre, parce qu'ils ont en eux-mêmes & par eux-mêmes une vertu gravitante; que la terre produit des végétaux & des minéraux, parce qu'elle a en elle-même & par elle-même la vertu de produire tout cela: c'est juger que l'aiguille d'une montre fait sa révolution sur le cadran, parce qu'elle a en elle-même la vertu de se mouvoir, de marquer les heures, de diviser exactement le tems, sans le secours d'aucun ressort qui produise & qui regle son mouvement.

II°. Le Philosophe, qui ne confond pas les effets avec les causes, qui sait que l'action de la matiere ne vient pas plus de la matiere qui la constitue, que le mouvement d'une aiguille de montre ne vient de la nature du métal dont elle est formée, cherche dans la Nature quelle peut être la cause efficiente à laquelle elle doit ses divers mouvemens.

III°. La Philosophie a été partagée sur cet objet, sur cette action de la Nature, en deux sentimens opposés.

L'un vouloit que l'action de la Nature matérielle, eût pour cause efficiente un *Vertu secrete de la Matiere*: c'étoit celui des Matérialistes, des Péripatéticiens; & c'est encore celui du Peuple & de quelques Philosophes Allemands Sectateurs de Leibnitz.

L'autre prétend que l'action de la Nature matérielle a pour unique cause efficiente, l'*Action permanente d'un Etre incréé & créateur*, qui meut & anime persévérément toutes les parties de la Matiere & de la Nature, selon certaines loix fixes & invariables par lui librement établies au commencement des tems: c'est le sentiment de Descartes & de tous ses Disciples, de Newton & de tous ses Sectateurs; c'est-à-dire, de tout ce qu'il y a maintenant de vrais Philosophes.

IV°. Ainsi, selon Descartes & Newton, rivaux en tout le reste, & d'accord sur cet objet, la Matiere a en partage une *Inertie absolue & universelle*. L'action permanente du Créateur est la Cause efficiente de tous les mouvemens quelconques de la Matiere, de toutes les parties, de tous les composés, de tous les principes de la Matiere. Les diverses Substances matérielles ne sont que la *Cause occasionnelle*, ne sont jamais la *Cause efficiente* des actions réciproques qu'elles exercent les unes sur les autres. (*Mét.* 171 & 783).

« Je suppose d'abord, dit Voltaire dans ses *Mélanges de Philosophie*, que l'on convient que la Matière ne peut avoir le mouvement par elle-même : il faut donc qu'elle le reçoive d'ailleurs. Mais elle ne peut le recevoir d'une autre Matière : car ce seroit une contradiction. Il faut donc qu'une Cause immatérielle produise le mouvement. Dieu est cette cause immatérielle ; & on doit ici bien prendre garde que cet axiome vulgaire, qu'il ne faut point recourir à Dieu en Philosophie, n'est bon que dans les choses que l'on doit expliquer par les causes prochaines physiques. Par exemple, je veux expliquer pourquoi un poids de quatre livres est contrepesé par un poids d'une livre. Si je dis que Dieu l'a ainsi réglé : je suis un ignorant. Mais je satisfais à la question, si je dis que c'est parce que le poids d'une livre est quatre fois autant éloigné du point d'appui, que le poids de quatre livres. (426).

» Il n'en est pas de même des premiers Principes des choses : c'est alors que, ne pas recourir à Dieu, est d'un ignorant. Car, ou il n'y a point de Dieu, ou il n'y a de premiers principes que dans Dieu. C'est lui qui a imprimé aux planètes la force par laquelle elles vont d'occident en orient. C'est lui qui fait mouvoir ces planètes & le soleil sur leurs axes. Il a imprimé une Loi à tous les corps, par laquelle ils tendent tous également à leur centre. Enfin il a formé des animaux auxquels il a donné une force active avec laquelle ils font naître du mouvement ».

75. ASSERTION I. *La Matière a une Inertie intrinsèquement inhérente à sa nature, une incapacité intrinsèque & radicale de se donner le mouvement & l'action.*

DÉMONSTRATION. Soit que l'on consulte l'Expérience, soit que l'on consulte la Raison : il consiste que la Matière n'est qu'une puissance purement passive, capable de recevoir l'action & le mouvement, incapable de se les donner par une vertu intrinsèque qui lui soit propre.

1<sup>o</sup>. L'Expérience démontre l'Inertie de la Matière. Car un bloc de marbre, un tas de terre, une pièce d'or ou d'argent, un morceau de fer ou de bois, restent immobiles au même lieu & en la même situation, à moins qu'une cause étrangère ne les déplace.

Donc ces substances, qu'on voit & dans tous les tems & dans tous les lieux n'avoir d'action & de mouvement qu'autant que des causes étrangères leur en impriment, n'ont en elles-mêmes & par elles-mêmes aucun principe intrinsèque d'action & de mouvement. Donc toute l'action & tout le mouvement que nous découvrons dans ces sub-

tances, est un mouvement & une action qui leur sont imprimés par une Cause étrangère : quelle que soit cette cause.

Donc, par un Jugement d'analogie, toutes les autres substances matérielles qui leur ressemblent, n'ont également par elles-mêmes aucun principe intrinseque d'action & de mouvement. Or quelles substances matérielles ne leur ressemblent pas, sur-tout dans l'hypothese aujourd'hui généralement reçue, d'une Matière homogene dans sa nature & différenciée par la seule diversité de ses masses & de ses configurations dans toutes les especes de corps ! (143).

II°. La Raison démontre à son tour l'*Inertie de la Matière*. Car quelques efforts qu'aient faits jusqu'à présent les Athées & les Matérialistes, pour attribuer à la Matière une action intrinseque, capable de les dispenser de l'influence d'un Dieu auteur & moteur de la Nature, ils n'ont jamais pu enfanter que des systèmes absurdes, qui heurtent toutes les idées & toutes les notions que nous avons de la Matière.

Quelqu'idée qu'on se forme de la Matière : on la conçoit toujours nécessairement comme une substance aveugle & passive ; comme une substance indifférente à l'action & au défaut d'action, au mouvement & au défaut de mouvement ; comme une substance capable de recevoir toutes les modifications possibles de mouvement & de configuration, mais incapable d'en prendre & de s'en donner aucune par elle-même.

Donc, si l'on doit juger des choses par les idées qu'on a des choses, c'est-à-dire, par le Principe fondamental de toutes nos connoissances (*Met.* 307) : il conste, par les idées que nous avons de la Matière, que *la Matière n'a point essentiellement l'action & le mouvement par sa nature* ; puisqu'on la conçoit & qu'elle existe sans action & sans mouvement : il conste que *la Matière n'a point accidentellement le mouvement & l'action par son exigence intrinseque & de son propre fond* ; sans quoi il pourroit & il devrait arriver qu'un bloc de marbre ou de chêne se remuât de lui-même, quand il est en repos ; ou s'arrêtât de lui-même, quand il est en mouvement : ce qu'il seroit évidemment absurde d'affirmer ou de penser.

III°. Nous avons déjà observé & démontré dans nos Elémens de Métaphysique, en consultant & l'expérience & la raison, que la Matière est essentiellement incapable & de pensée & de sentiment : que la matière en repos ou en mouvement est absolument incapable de produire par elle-même & comme cause efficiente, le mouvement dans une autre matière. (*Met.* 710 & 783).

Nous venons d'observer & de démontrer ici que la Matière n'a point le mouvement en elle-même par son essence,



& qu'elle ne peut prendre & se donner accidentellement le mouvement par elle-même ou par une vertu intrinsèque qui lui soit propre.

D'où il résulte que la Matière n'a & ne peut avoir par elle-même aucune Action quelconque : que la Matière est à tous égards une substance purement inerte & passive, une substance capable de recevoir & incapable de se donner l'action & le mouvement ; une substance dont une Inertie intrinsèque & radicale est en tout & par-tout l'apanage naturel. C. Q. F. D.

76. ASSERTION II. *L'Action qui anime la Nature visible, sur la terre & dans les cieus, a nécessairement pour Cause efficiente, l'action permanente de l'Être incréé & créateur.*

DÉMONSTRATION. Il est évident qu'il y a dans la Nature visible, une somme immense & permanente de mouvement : mais quelle en est la source & la cause ?

1°. Il est certain que le mouvement qui renouvelle sans cesse la face de la Terre, qui vivifie & perpétue la Nature visible autour de nous, dans le regne animal, dans le regne végétal, dans le regne minéral, n'a pour cause efficiente, ni la matière qui constitue notre globe, ni aucune autre matière semblable ou dissemblable : puisque, selon l'assertion précédente, la Matière n'a par elle-même & de son propre fond, qu'une inertie absolue & universelle, qu'une incapacité radicale & entière de se mouvoir ou de mouvoir une autre matière. Donc le mouvement qui anime notre Globe terrestre, n'a & ne peut avoir évidemment pour principe, pour cause efficiente, que l'action permanente du Créateur.

Car quelle autre Cause, qu'une Cause infinie & en intelligence & en puissance, pourroit & connoître & produire à chaque instant, dans le Globe que nous habitons, sans excès & sans défaut, le degré précis & la qualité convenable d'action qu'exige incessamment la Nature matérielle, dans toutes ses parties : par exemple le degré précis d'action qui convient à une Puissance mécanique, dont la force variable croît & décroît toujours comme ses leviers, qu'elle ne mesure pas : le degré précis d'action qui convient à chaque Corps terrestre, dont la force gravitante devient plus grande en allant de l'équateur vers les poles, devient plus petite en allant des poles vers l'équateur, augmente en s'approchant & diminue en s'éloignant du centre de la terre, toujours en raison inverse des quarrés de sa distance actuelle au centre de la terre ; quarrés qu'elle ne connoît pas : le degré précis & la qualité convenable d'action, d'où doit résulter le juste équilibre des Elémens, le conflit harmonique des

Solides & des Fluides, le développement des Germes, la formation & l'accroissement de tout ce qui vit & végète, l'éternel renouvellement de la Nature visible: mysteres inconcevables, où les génies les plus profonds & les plus pénétrans ne comprennent rien ?

II<sup>o</sup>. Il est certain que la Lune, en se mouvant autour de la Terre, que les Planettes & les Cometes, en se mouvant autour du Soleil, ont chacune, sur tous les points de leurs Courbes elliptiques, un *Mouvement projectile*, toujours en raison inverse des distances de la même planete à son centre de mouvement; un *Mouvement centripete*, toujours en raison inverse des quarrés des distances au même centre de mouvement; un *Mouvement centrifuge*, toujours en raison inverse des cubes des distances au même centre de mouvement.

Or, quelle autre Puissance, que la Puissance infinie de l'Être incréé & créateur, peut produire & varier à chaque instant, selon des Loix fixes & invariables, cette immense somme de mouvement dans les planètes & dans les comètes? Quelle autre Intelligence, que l'Intelligence infinie de l'Être incréé & créateur, peut incessamment & toujours indéfectiblement connoître & déterminer la quantité précise d'accroissement & de diminution que doivent prendre à chaque instant tous ces Mouvements incessamment variables selon différentes Loix, pour conduire & pour retenir chaque Globe errant, dans la route qui lui fut tracée, & dont il ne s'écarte précisément qu'autant que l'exigent les invariables loix auxquelles il est soumis ?

Donc il est certain & évident que le Mouvement qui anime la Nature visible, & sur la terre & dans le ciel, n'a & ne peut avoir pour Cause efficiente, que l'action permanente de l'Être incréé & créateur. C. Q. F. D.

## ARTICLE SECOND.

### LOIX GENERALES DE LA NATURE MATERIELLE.

77. OBSERVATION. **A**VEUGLE & inerte par sa nature & de son propre fonds, la Matière est soumise à certaines Loix générales & invariables, d'où résulte dans elle une *Action régulière & permanente*, infiniment digne & de l'étude & de l'admiration du Philosophe.

Ces Loix générales sont pour la Matière, de *vraies Causes physiques*: puisqu'elles y donnent lieu à l'existence d'une infinité d'effets différens, qui sont tout aussi réels & tout aussi

physiques en eux-mêmes, que s'ils avoient pour cause efficiente, la Matière elle-même. (*Mét.* 176). Parmi les différentes Causes physiques, dont il nous est donné d'observer l'influence & l'action :

I°. On appelle *Cause particulière*, une action isolée, qui se borne à produire un effet isolé. Tel est le choc d'une boule contre une autre : tel est l'effort d'un homme qui leve un fardeau.

II°. On appelle *Cause générale*, une action commune, qui convient ou peut convenir à tous les corps, & d'où naissent plusieurs especes d'effets. Telle est l'Impulsion en général, qui occasionne une infinité d'effets de différente espece, & qui n'est étrangère à aucune espece de corps. Telle est aussi l'Attraction en général : elle affecte tous les corps, & produit une foule de phénomènes dans la Nature. Telle est encore l'Affinité : il n'y a aucun corps qui n'ait une attraction spéciale à l'égard de quelque espece de corps.

III°. On appelle *Causes primitives*, un effet général, qu'on observe constamment dans la Nature, & auquel on ne peut assigner aucune cause d'où dépende ultérieurement son existence.

Par exemple, la *Tendance qu'ont tous les Corps les uns vers les autres*, est un effet général, auquel on ne peut assigner aucune cause ultérieure : cet effet ou cette tendance est une cause primitive dans la Nature.

Par exemple encore, s'il y a dans la Nature matérielle, quelque *Fluide moteur*, destiné à mettre en jeu les corps terrestres ou célestes par son choc, sans qu'aucun choc & qu'aucune autre Cause ait occasionné le mouvement de ce fluide : cet effet sans cause, ce mouvement principe, ce fluide en action & destiné à tout mettre en jeu & en action, sera une cause primitive dans la Nature.

IV°. On rend raison de l'action des Causes particulières, par l'influence des causes générales & primitives. On ne rend raison des Causes générales & primitives, que par la volonté du Créateur, qui a librement établi telles loix, tel ordre de choses ; parce que tel a été son bon plaisir.

L'étude & le mérite de la Physique, consistent donc à observer & à découvrir selon quelles loix s'exercent les actions réciproques entre les diverses substances matérielles : pour remonter, par l'observation des effets, à certaines causes générales qui donnent le branle à toute la Nature ; & dont on ne puisse donner d'autre raison, que la volonté libre du Créateur, lequel a voulu l'ordre présent de la Nature, & non un ordre différent.

V°. Par l'observation des phénomènes, il consiste qu'il y a

trois Causes générales & primitives, savoir, l'Impulsion, l'Attraction, l'Affinité.

Nous allons donner, dans les trois paragraphes suivans; une succinte notion des deux premières Causes générales, qui sont plus connues; & une notion assez développée & assez étendue de la troisième, qui est peut être moins connue, & qu'il est important de faire bien connoître.

## PARAGRAPHE PREMIER.

### LA LOI D'IMPULSION.

78. DÉFINITION. **L'***Impulsion* est le choc d'un corps, contre un autre corps. L'impulsion renferme donc & l'action du corps frappant, que l'on considère comme cause; & le mouvement produit dans le corps frappé, que l'on considère comme effet.

L'Impulsion est évidemment une cause générale & primitive dans la Nature: quoiqu'on ne connoisse pas assez quelle est la matière qui fait la fonction de premier moteur.

Il paroît assez vraisemblable que le Fluide igné est le principal agent primitif de la Nature sur notre globe, dans les phénomènes qui dépendent de l'Impulsion naturelle.

79. REMARQUE. Selon Descartes, la cause primitive & générale de tous les effets de la Nature matérielle, c'est l'*Impulsion*: de laquelle il fait naître & découler tous les phénomènes de l'univers.

Demandez-lui pourquoi le marbre est un corps dur. Il vous répond que cette *dureté* lui vient du repos de ses parties les unes auprès des autres: repos occasionné par l'impulsion du fluide qui l'environne, & qui presse ses élémens les uns contre les autres.

Demandez-lui pourquoi l'eau est fluide. Il vous répond que cette *fluidité* a pour source, l'impulsion du fluide qui est placé entre les élémens de l'eau, & qui tend à les écarter autant que le fluide environnant tend à les unir.

Demandez lui pourquoi un boulet de canon, qui s'échappe de votre main, tend vers le centre de la terre. Il vous répond que cette *gravitation* est produite par l'impulsion du fluide environnant, lequel heurtant plus fortement son hémisphère supérieur que son hémisphère inférieur, le précipite vers le centre de la terre.

Demandez-lui pourquoi les planètes décrivent des courbes autour du soleil. Il vous répond que ce *mouvement* leur vient

de l'impulsion du fluide dans lequel elles nagent, & qui leur imprime à la fois & un mouvement centrifuge & un mouvement centripète, dont le résultat est la courbe qu'elles décrivent.

Demandez-lui pourquoi ces mêmes planètes vont d'occident en orient, au lieu d'aller d'orient en occident, ou du nord au midi, ou du midi au nord. Il vous répond que ces corps célestes sont emportés *en ce sens*, plutôt qu'en un autre, par l'impulsion & par la direction du fluide dans lequel ils sont placés.

Demandez-lui pourquoi ce fluide, dont une intrinsèque inertie est le partage naturel, a en lui-même cette impulsion & cette direction. Il vous répond que ce fluide moteur tient cette impulsion & cette direction, non de sa nature, mais de la volonté libre du Créateur.

Demandez-lui enfin pourquoi le Créateur a voulu imprimer telle impulsion & telle direction, plutôt que telle autre, au fluide qui donne le branle & l'action à tout l'univers. Il vous répond que c'est sortir de la recherche des *Causes physiques*, pour entrer dans la recherche des *Causes finales*: que le dernier terme, dans la recherche des *Causes physiques*, c'est l'Impulsion primitive qu'a librement décerné le Créateur; & que le Créateur a librement établi cette Loi d'impulsion, uniquement parce qu'il l'a voulu, & parce qu'il l'a jugé propre à l'exécution de ses grands desseins dans la formation & dans la conservation de la Nature.

Il est certain & incontestable que l'Impulsion est une *Loi générale & primitive de la Nature*: mille & mille effets en démontrent l'existence. Mais l'Impulsion est-elle la seule Loi de la Nature: en telle sorte que tous les phénomènes terrestres & célestes naissent de cette seule Loi? Non! Nous verrons que cette seule Loi est insuffisante pour rendre raison d'une foule de phénomènes; & que par conséquent, il faut nécessairement lui associer d'autres Loix.

La *Loi d'impulsion* sera amplement & richement développée dans le troisième, quatrième & cinquième Traités suivants, qui ont pour objet la théorie du Mouvement.

---

## PARAGRAPHE SECOND.

### LA LOI D'ATTRACTION.

80. OBSERVATION. SELON Newton, il y a dans la Nature, outre la cause primitive qu'assigne Descartes, favoi

*Impulsion*, une autre cause primitive qu'il faut lui associer ; savoir l'*Attraction* : en sorte que ces deux Causes primitives, indépendantes l'une de l'autre, se réduisent en dernière analyse à la volonté du Créateur ; qui a librement décerné l'une & l'autre, pour être ou alternativement ou conjointement les deux grands mobiles de la Nature ou de l'Univers.

Descartes, dans son faux système du Plein, crut pouvoir expliquer tous les phénomènes, par la seule Impulsion. Newton, après avoir démontré l'existence d'un Vuide immense dans la région des planètes & des comètes, entre le soleil & les étoiles, a fait voir que l'Impulsion ne suffisoit pas pour rendre raison des grands phénomènes de la Nature visible, & qu'il falloit nécessairement joindre à la Loi d'impulsion, une Loi d'attraction.

Mais qu'est-ce que cette *Attraction Newtonienne*, dont le nom seul effarouche encore quelques prétendus Philosophes ? Est-ce quelque reste suranné ou quelque nouveau rejetton de ces *Qualités occultes*, que l'immortel Descartes a éliminées du sol philosophique ? Gardons-nous, pour notre honneur, de soupçonner le grand Newton d'une semblable démence ! Les *Qualités occultes* du Péripatétisme, n'étoient que des *Etres fictives & indéfinissables*, dont on n'avoit point d'idée ; & qu'imaginoit stupidement l'aveugle Pédantisme, pour voiler son impuissante ignorance, & pour se dispenser de donner des raisons, au lieu de mots vuides de sens & sans objet. (*Mét.* 99).

L'attraction Newtonienne, si elle existe, n'a rien de commun avec ces ineptes rêveries ; & voici l'idée simple & lumineuse qu'on doit s'en former, en attendant que nous démontrions son existence, par des raisons en tout point victorieuses & irréfragables. (800 & 808).

81. DÉFINITION. L'Attraction, si elle existe, est un mouvement imprimé par le Créateur à des Corps co-existans, en vertu duquel ces corps, dans le vuide comme dans le plein, sans l'impulsion d'une matière étrangère, tendent réciproquement à s'approcher les uns des autres.

La force attractive d'un corps, est toujours proportionnelle à sa masse ; ou à la quantité des particules qui le composent, & qui toutes sont attractives.

La co-existence de deux corps quelconques, par exemple, du Soleil & de la Terre, placés à des distances plus ou moins grandes l'un de l'autre au sein du Vuide immense : voilà la cause occasionnelle de leur attraction, ou de leur tendance réciproque l'un vers l'autre.

Le mouvement par lequel ces deux corps mus par le

Créateur, tendent réciproquement & persévéramment à s'approcher l'un de l'autre: voilà leur Attraction même. Qu'il faudroit être aveugle pour soupçonner dans ces idées, si simples & si lumineuses, quelque ressemblance avec les Qualités occultes du Péripatétisme, qu'on ne pouvoit ni définir ni concevoir!

POSSIBILITÉ DE L'ATTRACTION GÉNÉRALE.

82. ASSERTION. *L'Attraction réciproque & générale entre tous les corps, telle qu'on vient de la définir, est évidemment possible.* (Fig. 3).

DÉMONSTRATION. Soient deux globes A & B, qu'une double impulsion peut faire avancer l'un vers l'autre au point C.

I°. Dans les principes de l'Impulsion, les deux globes A & B ne se meuvent l'un vers l'autre, que par l'action du Créateur, cause efficiente de tout mouvement (76); & ils ne sont mus par l'action du Créateur, que parce que le Créateur a librement décerné en général, au commencement des tems, de produire dans ces deux globes, à l'occasion de cette double impulsion, un mouvement qui les porte l'un vers l'autre.

Or, il est évident que le Créateur a pu également décerner, au commencement des tems, de produire dans ces deux globes, à l'occasion de leur simple co-existence, & sans le secours d'aucune impulsion, un mouvement qui les porte l'un vers l'autre. Mais ce dernier mouvement est l'Attraction: donc l'attraction est évidemment possible entre ces deux globes; soit dans le Vuide, soit hors du Vuide.

II°. Comme il est évident que le Créateur a pu décerner & établir entre ces deux globes A & B, un mouvement permanent d'attraction, occasionné par leur simple co-existence, dans le vuide ou hors du vuide: il est évident de même que le Créateur a pu décerner & établir également un semblable mouvement d'attraction, entre tous les élémens de la Matière, sans aucune autre cause occasionnelle que la co-existence de ces élémens, dans le vuide ou hors du vuide.

Donc il est évidemment possible que tous les élémens de la Matière, épars ou réunis dans l'espace immense, aient les uns vers les autres, une tendance occasionnée par leur simple co-existence. Donc une *Attraction réciproque & générale*, entre tous les élémens de la Matière, est évidemment possible. C. Q. F. D.

83. REMARQUE. L'Impulsion & l'Attraction sont les deux grands Moteurs de la Nature visible, les deux Causes physiq-

ques d'ou émanent primitivement tous les grands phénomènes de l'univers. L'existence de la *Loi d'impulsion*, est sensiblement démontrée par une foule de phénomènes, qui se présentent sans cesse à nos yeux. L'existence de la *Loi d'attraction*, n'est pas moins sensiblement démontrée par tous les grands phénomènes célestes. Mais il y a entre ces deux Loix générales de la Nature, une différence essentielle, qu'il est nécessaire de connoître & d'observer.

I°. La *Force impulsive*, qui n'agit & ne peut agir qu'à l'occasion & en vertu du contact, est une force constante & invariable: c'est toujours le produit de la masse par la vitesse.

II°. La *Force attractive*, qui agit indépendamment du contact & à toute distance donnée, est une force qui varie avec les distances: toujours la même, quand la distance est la même; mais croissant & décroissant en raison inverse des carrés des distances, quand la distance change. Par exemple, (*Fig. 3*):

Soit le corps A, qui dans le Plein ou dans le Vuide attire avec une force comme 1, le corps B distant d'un pied. A la distance d'un demi-pied en C, ce même corps A attireroit le corps B avec une force comme 4: à la distance d'un quart de pied en F, ce même corps A attireroit le corps B avec une force comme 16.

Mais à la distance de deux pieds en D, ce même corps A n'attireroit le corps B, qu'avec une force comme  $\frac{1}{4}$ : à la distance de trois pieds, avec une force comme  $\frac{1}{9}$ ; à la distance de quatre pieds, avec une force comme  $\frac{1}{16}$ ; à la distance de dix pieds, avec une force comme  $\frac{1}{100}$ ; & ainsi de suite à l'infini.

La même chose arrive au corps B, relativement au corps A, qu'il attire à son tour, pendant qu'il en est attiré.

#### SUCCINTE THÉORIE DE L'ATTRACTION GÉNÉRALE.

84. OBSERVATION. Voici donc en précis, l'idée qu'on doit se former de l'Attraction réciproque & générale des corps, d'après les découvertes & les démonstrations du grand Newton.

I°. *Tous les corps de l'univers, solides ou liquides ou fluides; ont réciproquement une Force attractive les uns à l'égard des autres.* Par exemple, la Terre attire le Soleil, & le Soleil attire la Terre. De même la Terre attire la Lune, & la Lune attire la Terre. De même encore, la Terre attire vers son centre, un caillou posé sur sa surface; & ce caillou attire vers lui le centre & toute la masse de la terre.

Dans tout corps quelconque existe donc & une *Attraction active* & une *Attraction passive*. Par son attraction active,



il attire à lui les autres corps : par son attraction passive ; il est en prise à l'attraction active des autres corps. Par exemple, la Terre, par son attraction active, attire à elle la Lune ; & par son attraction passive, elle est attirée vers la Lune. On doit dire la même chose du Soleil, à l'égard des planètes & des comètes qui font leurs révolutions périodiques autour de lui : en le supposant placé au centre du monde planétaire. (Fig. 124).

II°. Cette Force attractive, mutuelle & réciproque, est toujours proportionnelle aux masses attirantes : de sorte que si l'Attraction réciproque s'exerce entre deux corps dont l'un ait dix fois plus de masse que l'autre ; la force attractive du premier relativement au second, sera dix fois plus grande que la force du second relativement au premier.

De sorte encore que si ces deux corps cedent librement à la Force attractive qui agit sur eux, le corps dix fois plus petit & dix fois plus attiré, s'approchera comme 10 du plus grand ; tandis que le plus grand ne s'approchera que comme 1 du plus petit.

III°. Cette Force attractive d'un Corps quelconque, croît ou décroît en raison inverse du carré de sa distance actuelle au Corps attiré. Par exemple, soit l'Attraction active du Soleil à l'égard de la Terre, actuellement comme 1.

Si la Terre perdoit la moitié de sa distance au soleil : l'action attractive de cet astre, deviendrait quatre fois plus grande.

Si la Terre étoit portée à une distance double : l'action attractive du soleil deviendrait quatre fois plus petite qu'elle n'est actuellement ; & ainsi du reste. (802 & 805).

Telles sont les fameuses Loix de l'attraction, qu'a découvert & démontré l'immortel Newton, & que nous adoptons ici d'après lui : sans nous allarmer d'un reste de fanatisme suranné qui combat encore contr'elles, & qui s'efforce absurdement de leur imprimer un ridicule que la philosophie & la raison réfléchissent efficacement vers la source d'où il découle. « Les mauvaises plaisanteries & les mauvais raisonnemens qu'on a faits en France contre les admirables découvertes de Newton, dit Voltaire, feroient la honte de la Nation : si ceux qui les ont faits n'étoient pas l'opprobre de la Philosophie ».



## PARAGRAPHE TROISIEME.

## LA LOI D'AFFINITÉ.

85. DÉFINITION I. **O**N nomme *Affinité*, chez les Chymistes, la tendance qu'ont les parties intégrantes ou constituantes des corps, les unes vers les autres; & la force qui les fait adhérer ensemble lorsqu'elles sont unies.

Il conste par une infinité d'expériences, que cette tendance & cette force existent: quelle qu'en soit la cause, que nous chercherons bientôt. L'*Affinité* chymique est ou simple, ou compliquée.

86. DÉFINITION II. *L'Affinité est simple*: quand elle s'exerce ou entre les parties intégrantes d'un même corps; c'est ainsi que les parties intégrantes du mercure s'attirent entr'elles: ou entre les parties intégrantes de deux différens corps; c'est ainsi que les parties intégrantes de l'eau attirent les parties intégrantes du sel commun, qu'elles mettent & tiennent en dissolution.

87. DÉFINITION III. *L'Affinité est compliquée*: quand deux substances différentes, unies entr'elles par leur affinité ou leur tendance naturelle, s'unissent à quelque nouvelle espece de substance.

I°. Il peut arriver d'abord que deux substances unies entr'elles par leur affinité, s'unissent encore à une troisieme, à une quatrieme, à une cinquieme espece de substance: en vertu de l'affinité qu'elles avoient & qu'elles conservent encore avec ces nouvelles substances. C'est ainsi que l'eau, saturée de sel marin, est encore en état de s'unir avec du sucre, avec du nitre, avec d'autres sels, avec d'autres corps auxquels elle est naturellement disposée à s'unir.

II°. Il peut arriver ensuite, que deux substances, qui séparées n'ont aucune affinité sensible avec une troisieme substance, acquierent par leur union, une affinité marquée avec cette troisieme substance. C'est ainsi que l'acide nitreux & l'acide marin, qui n'ont séparément aucune action sur l'or, unis & combinés ensemble, dissolvent l'or par l'affinité qu'ils acquierent avec ce métal en vertu de leur union.

III°. Il peut arriver enfin que deux substances, unies entr'elles par leur affinité, perdent cette affinité entr'elles dans leur mélange avec une troisieme substance, laquelle s'unir à l'un des deux principes, & force l'autre à s'en séparer. C'est ainsi que si, après avoir dissous quelques petites feuilles d'argent dans de l'eau-forte, on met dans cette dissolution

quelques petites feuilles de cuivre ; l'eau-forte s'unit au cuivre qu'elle dissout, & se sépare de l'argent qui se précipite au fond du verre. De-là l'origine des Précipitations chymiques.

*EXISTENCE DES AFFINITÉS CHYMIQUES.*

88. OBSERVATION. On ne peut se dispenser de reconnaître dans la Nature, des *Affinités particulières*, des *Attractions spéciales*, entre certains corps, lesquelles ne paroissent point découler des loix de l'Impulsion & des loix de l'Attraction générale. Les plus célèbres Physiciens, les plus grands Chymistes, en ont connu & en ont senti l'existence. Parmi ces Physiciens & ces Chymistes,

I°. Quelques-uns se font bornés à regarder ces Affinités ou ces Attractions spéciales, comme l'effet de tout autant de propriétés particulières de la Matière, dont on ne pouvoit rendre aucune raison, sinon que telle est sa nature : ce qui est ramener directement la Physique au regne des qualités occultes ; & attribuer à la Matière une intelligence, une action, une vertu qui répugnent à sa nature. (75 & 76).

II°. Quelques autres ont tenté de rapporter ces phénomènes aux loix communes de l'Impulsion & de l'Attraction, & n'ont abouti qu'à en démontrer l'insuffisance.

L'Impulsion existe dans la Nature. Mais son action ne peut rien avoir de commun avec une foule de phénomènes que nous présente la Nature : comme nous le ferons voir bientôt.

L'Attraction générale, l'Attraction bornée à être toujours, relativement à tous les corps sans distinction, en raison directe des masses & en raison inverse des quarrés des distances (84), joue le plus beau rôle dans le ciel. Mais elle n'est propre qu'à se donner en spectacle risible sur la terre : quand on veut lui attribuer des phénomènes où elle n'entre & ne peut entrer pour rien.

III°. Le plus grand nombre attribue les différens phénomènes d'*Affinité*, qu'on observe dans la Nature visible, à une *Loi spéciale d'attraction* entre certaines espèces de corps : loi distinguée & indépendante, du moins en partie, de l'Attraction générale en raison directe des masses & en raison inverse des quarrés des distances. Voici l'idée qu'on peut & qu'on doit se former de cette Cause & de cette Loi.

*IDÉE DES ATTRACTIONS SPÉCIALES OU DES  
AFFINITÉS CHYMIQUES.*

89. OBSERVATION. Selon les plus célèbres Physiciens &

les plus grands Chymistes de nos jours : le Créateur, qui a établi l'ordre & l'état présent de la Nature, qui a voulu l'existence permanente de tels & tels phénomènes d'*Affinité*, a décerné sans doute, au commencement des tems, que les corps analogues, en contact ou sur le point du contact, auroient une *Tendance spéciale* les uns vers les autres ; & que cette tendance seroit d'autant plus grande, que l'analogie & la contiguïté des élémens seroient plus parfaites.

Ainsi, dans cette hypothèse, deux Elémens de matière, s'attirent réciproquement sur le point du contact, ou adhérent plus ou moins fortement entr'eux dans le cas de contiguïté : non en vertu d'une force qui leur soit intrinsèque, non en vertu d'une impulsion qui les porte l'un vers l'autre, non en vertu de la loi générale d'attraction qui affecte indifféremment tous les corps ; mais en vertu d'une *Volonté primitive du Créateur*, qui a décerné que tels corps plus ou moins analogues auroient telle tendance les uns vers les autres, uniquement au moment de leur contact, ou sur le point très-prochain de leur contact.

#### POSSIBILITÉ DES ATTRACTIONS SPÉCIALES.

90. HYPOTHESE. *L'Auteur de la Nature, qui a établi une Loi d'attraction relative à la différence des distances, n'auroit-il pas pu établir une Loi d'attraction relative à la différence des élémens ? (Fig. 4.)*

EXPLICATION. L'Auteur de la Nature, qui a décerné que l'élément M attireroit plus fortement l'élément N qui est plus voisin, que l'élément A qui est plus éloigné : n'a-t-il pas pu décerner également qu'à une distance infiniment petite & sur le point du contact uniquement, le même élément M attirât plus puissamment dans une proportion quelconque, l'élément N qui lui ressemble, que l'élément R qui ne lui ressemble pas ?

Il est évident que cette idée ne renferme rien d'impossible : supposons-là réelle. De cette supposition, qui n'est qu'une modification nouvelle de la Loi générale d'attraction, découlera l'explication d'une foule de phénomènes de la Nature, dont il paroît impossible de rendre aucune autre raison.

1°. Dans cette hypothèse, dont tout ce paragraphe montrera les solides fondemens, la *Loi d'attraction*, toujours proportionnelle aux masses, se réduiroit simplement dans ses variations, à deux modifications différentes.

Elle agiroit en raison inverse des carrés des distances, relativement à tous les élémens quelconques, soit dans le cas de contiguïté, soit hors du cas de contiguïté. C'est la *Loi*

*générale d'attraction*, qui affecte universellement & indistinctement tous les corps & toutes les distances.

Elle agiroit relativement à certains élémens plus analogues, seulement sur le point du contact ou dans le cas de contiguité, dans une *autre proportion* encore inconnue, mais propre à augmenter immensément l'attraction précédente à l'égard de ces élémens analogues, contigus ou prêts à être contigus. Ce seroit la *Loi spéciale d'attraction*, restreinte à certaines especes de corps analogues entre elles, dans le seul cas de la contiguité ou de l'infiniment petite distance.

II°. Dans cette hypothese, la *Loi d'attraction*, se diviseroit donc comme en deux Loix différentes : à raison de ses différens effets, ou de sa différente maniere de s'exercer.

La premiere de ces deux Loix, ou la *Loi générale d'attraction*, est indubitablement la cause physique de la tendance des corps quelconques vers certains centres communs ; de la gravitation des planetes & des cometes vers le Soleil ; de la gravitation des Satellites de Saturne ou de Jupiter vers leur planete principale ; de la gravitation de la Lune & des Corps terrestres vers le centre de la Terre.

La seconde de ces deux Loix, ou la *Loi d'attraction spéciale*, pourroit être la cause physique de la tendance singuliere & frappante de certains élémens vers d'autres élémens analogues, uniquement dans le cas de contiguité ou d'une très-grande proximité.

Par exemple, je débouche une bouteille de bierre ; & à l'instant cette liqueur s'élance en torrent écumeux hors de la bouteille, contre l'exigence de sa gravitation naturelle. D'où peut venir ce phénomène, sinon d'une attraction spéciale & très-marquée entre les molécules de l'air & certaines molécules de cette liqueur, au moment où ces deux especes analogues & sympatissantes deviennent contiguës, & peuvent s'attirer en liberté ? On verra par la fuite de ce paragraphe, qu'en vain on chercheroit à assigner quelque autre cause à ce phénomène, ou à mille autres phénomènes semblables.

III°. Pour simplifier les choses : nous regarderons la *Loi d'affinité*, comme une Loi à part : comme une Loi en tout distinguée de la Loi générale d'attraction, avec laquelle elle n'a en effet rien de commun dans son action & dans ses effets.

#### CAUSE EFFICIENTE DES ATTRACTIONS SPÉCIALES OU DES AFFINITÉS CHYMIQUES.

91. COROLLAIRE. En supposant réelle la Loi d'Attraction spéciale dont nous venons de donner une idée : la tendance particulière

particulière qu'ont certains corps analogues les uns vers les autres, a pour cause efficiente l'action du Créateur, lequel, en conséquence de la Loi par lui portée & de l'Ordre de choses par lui établi, imprime ce mouvement aux Corps analogues, à l'occasion de leur co-existence, de leur analogie, de leur contiguïté ou de leur très-grande proximité. Ainsi pour donner des définitions simples & lumineuses sur tous ces objets :

I°. Cette *Tendance particulière* qu'ont entre eux certains élémens infiniment peu éloignés les uns des autres, est un mouvement qui leur est imprimé par le Créateur, seule cause efficiente de tout mouvement dans la Nature. (76).

II°. Ce Mouvement a pour cause occasionnelle, conséquemment à la Volonté primitive & toujours subsistante du Créateur, la *Co-existence* & la *très-grande proximité* des élémens qui forment ces corps plus ou moins analogues.

Quand la proximité s'est convertie en *Contiguïté* : la tendance réciproque subsiste, & produit une adhésion ou une résistance à la séparation. Plus l'analogie & la contiguïté sont parfaites : plus est grande & la tendance & l'adhésion qui résulte de cette tendance.

92. OBJECTION. L'Attraction spéciale, ou l'*Affinité* des corps, a bien l'air d'un de ces êtres fabuleux, que l'imagination enfante pour expliquer des phénomènes dont la raison ignore la cause : n'a-t-elle pas du moins un peu trop d'*affinité* & d'analogie avec les Qualités occultes du Péripatétisme ? D'ailleurs en quoi peut consister l'analogie des élémens destinés à s'attirer réciproquement ? C'est certainement ce qu'on ne peut expliquer.

RÉPONSE. L'*Affinité* que nous supposons dans la Nature, avec les plus célèbres & les plus profonds Chymistes, est démontrée par un nombre innombrable de phénomènes qu'on ne peut attribuer qu'à cette cause : comme le feront voir les expériences & les observations suivantes.

Ainsi l'*existence de cette Loi d'Affinité*, est démontrée, comme l'existence d'une loi d'impulsion, d'une loi de gravitation, par les effets. S'il faut d'autres preuves pour faire voir que ces Loix générales de la Nature ne sont point des phantômes de l'imagination : il n'y a plus rien de certain & d'assuré dans la Physique.

II°. Il est évident qu'il n'y a rien d'occulte, rien d'obscur, dans la définition simple & lumineuse que nous venons de donner & de la cause & de la nature des *Affinités*. Il est clair par conséquent que la tendance réciproque & particulière qu'ont certains corps entre eux, ne présente rien de commun avec les qualités occultes du Péripatétisme : qualités

dont on ne donnoit aucune idée; qu'on ne pouvoit ni définir, ni concevoir. (*Met.* 98 & 99).

III°. Comme nous ne pouvons observer en eux-mêmes les élémens primitifs des corps, que leur infinie petitesse soustrait nécessairement à nos regards aidés des meilleurs microscopes: il n'est pas en notre pouvoir de déterminer quelle est la figure & la qualité des élémens analogues, des élémens qui ont entre eux une Affinité plus marquée sur le point du contact. Mais il n'est pas moins certain qu'il y a des élémens qui ont plus d'affinité, plus d'analogie entre eux, qu'ils n'en ont avec certains autres.

Il est assez vraisemblable que les *Elémens parfaitement semblables & homogènes* ont tous une grande affinité entr'eux: delà l'Attraction spéciale de deux gouttes d'eau, de deux petites portions de mercure.

Mais il n'est pas moins vraisemblable, à en juger d'après l'expérience, que certains élémens homogènes ont aussi une assez grande affinité avec des élémens d'une nature différente: delà l'Attraction de l'eau, à l'égard des sels; de l'air, à l'égard de l'eau qu'il élève en vapeurs, de différentes liqueurs qu'il dissipe & qu'il absorbe.

Ce rapport mutuel ou cette convenance réciproque des élémens homogènes ou hétérogènes; c'est ce que nous nommons ici leur *Analogie*: quelle que soit & la figure & la grandeur & la qualité qui leur donne ce rapport & cette convenance.

#### PROPOSITION GÉNÉRALE.

93. *Il conste par une foule de phénomènes, qu'il y a dans la Nature visible, des Affinités ou des Attractions particulières, qui ne peuvent s'expliquer d'une manière satisfaisante, que dans l'hypothèse d'une Loi spéciale d'attraction entre certaines espèces d'élémens sur le point du contact ou dans l'état de contiguïté: donc une telle Loi d'attraction existe.*

EXPLICATION. Nous prions nos Lecteurs de ne pas céder subitement & sans examen, à un certain instinct qui révolte d'abord toutes les puissances de l'ame, contre une *Vérité philosophique*, que nous n'avons nous-mêmes adoptée, qu'après avoir tenté vainement pendant plusieurs années, de la méconnoître, de la combattre, de la détruire.

Dans la proposition générale qui renferme cette *Vérité philosophique*, si l'antécédent est vrai; il est clair que la conséquence est certaine & indubitable: puisque toute cause est démontrée par ses effets. Il s'agit donc ici uniquement d'examiner la vérité de cet antécédent.

Presque tous les phénomènes de la Physique & de la Chymie, nous fournissant des preuves triomphantes & dé-

cifives en faveur des affinités chymiques ou des attractions spéciales : affinités ou attractions indépendantes de la Loi d'impulsion & de la Loi générale d'attraction. Nous allons choisir & exposer, parmi ces phénomènes, les plus connus & les plus intéressans ; les plus propres par là même à rendre sensible la Vérité philosophique que nous venons d'énoncer, & que nous avons à établir.

## PREMIERE PREUVE.

## PHÉNOMÈNES DE L'ATTRACTION DE L'EAU.

94. DESCRIPTION. L'Eau, parfaitement pure, est un fluide diaphane ; incompressible, sensible, & palpable, très-fusible & très-volatil, inaltérable & indestructible dans sa nature, sans couleur, sans odeur, sans faveur, sans ressort ou sans élasticité. Les parties intégrantes de cet élément ont toujours résisté efficacement à tous les efforts qu'a fait la Chymie pour les décomposer : ce qui prouve que l'eau est un des corps les plus simples de la Nature, si elle n'est pas le plus simple de tous. Mais, à raison de son affinité avec les différentes substances, il est rare qu'elle se trouve parfaitement pure ; & dans ce cas, la Chymie peut en extraire, par la voie de la distillation ou de l'évaporation, les corps qui lui sont étrangers ; tels que certains sables & certains sels.

95. ASSERTION. L'Eau paroît avoir une Force attractive spéciale, indépendante de la Loi générale d'attraction. Deux expériences vont établir la vérité de cette assertion.

96. EXPÉRIENCE I. Après avoir bien trempé dans l'eau un Morceau de bois de sapin ; suspendez-le par une ficelle à une petite balance, & mettez-le en équilibre avec un poids opposé : approchez ensuite par-dessous, un vase plein d'eau ; en telle sorte que la surface de l'eau vienne atteindre l'extrémité de ce morceau de sapin.

Vous observerez, en premier lieu, que le sapin s'enfonce dans l'eau ; & que, loin de devenir plus léger, selon les Loix communes de l'Hydrostatique, il devient au contraire plus pesant que le poids qui étoit auparavant en équilibre avec lui. M. Taillor, qui fit le premier cette expérience, eut besoin d'une force ou d'un poids de 50 grains, pour rétablir l'équilibre.

Vous observerez, en second lieu, que lorsque vous élevez doucement ce morceau de sapin ; l'eau s'élève avec lui jusqu'à une hauteur considérable, & forme entre le reste de l'eau & l'extrémité du sapin, une petite colonne qui y demeure suspendue.



Ces deux mêmes effets ont encore lieu plus ou moins sensiblement : quand à la place du bois de sapin, on emploie un autre corps solide ; comme du chêne, du fer, de l'argent.

EXPLICATION. A quelle force attribuera-t-on ces deux effets, ces deux phénomènes : si ce n'est à une *Attraction spéciale* entre les élémens de l'eau d'une part, & les élémens du sapin ou les élémens de l'eau imbibée dans le sapin, de l'autre ?

I°. La *Matière tourbillonnante* des Cartésiens, cette brillante chimère qui se dément en mille manières, & que nous détruirons ailleurs de fond en comble, se trouve ici visiblement en défaut.

Il est clair d'abord que la matière tourbillonnante ne peut pas élever l'eau en colonne vers la base du morceau de sapin exhaussé. Cause de la pesanteur, selon les disciples de Descartes, il faudroit qu'elle eût à la fois & une tendance spéciale vers le bas, pour produire la pesanteur ; & une tendance spéciale vers le haut, pour produire cette élévation de la colonne d'eau.

Il est clair ensuite, que la matière tourbillonnante ne peut pas contribuer à la fois à enfoncer le bois dans l'eau, & à élever l'eau au-dessus de sa surface à mesure que le bois s'y enfonce : puisqu'il lui faudroit encore ici une double action contraire ; une vertu d'élever, & une vertu d'abaisser.

II°. L'*Attraction générale*, proportionnelle aux masses & en raison inverse des quarrés des distances, ne peut produire dans deux corps placés près de la surface de la terre, aucun mouvement sensible qui les emporte l'un vers l'autre, comme il conste par la théorie même de l'attraction, & comme en conviennent tous les Newtoniens. Donc si l'Attraction a quelque influence, comme on n'en peut douter, sur les deux phénomènes dont il est ici question : il est constant que cette attraction doit être une *Loi spéciale*, relative aux différentes espèces d'élémens sur le point du contact.

Le célèbre Abbé Sigorgne, ce sublime & profond interprète du grand Newton, reconnoît avec lui que l'Attraction en raison directe des masses & en raison inverse des quarrés des distances, ne suffit pas pour expliquer une foule de phénomènes de la Nature. Il suppose donc, pour rendre raison de ces phénomènes par le moyen de l'Attraction Newtonienne, que cette Attraction agit à l'égard de tous les corps indistinctement, en raison inverse des *Quarrés des distances*, quand la distance est notable ; & en raison inverse des *Cubes des distances*, quand la distance est infiniment petite.

Mais comme cette augmentation de force, dans l'Attrac-

tion générale, affecte également toutes les especes de corps : elle ne peut nullement satisfaire aux divers Phénomènes d'affinité ou d'attraction spéciale, qu'on observe par-tout dans la Nature, & pour lesquels uniquement elle seroit nécessaire.

97. EXPÉRIENCE II. Une Goutte d'eau, sur un plan horizontal de marbre ou de cuivre ou de bois vernissé, au lieu d'étendre sa surface selon le niveau qu'affectent les Liquides, prend une forme à peu près sphérique. (*Fig. 5.*)

EXPLICATION. D'où peut venir à cette goutte d'eau, la figure sphérique qu'elle prend : si ce n'est de l'attraction spéciale de ses parties intégrantes entr'elles ; attraction qui la soustrait à la loi générale de l'hydrostatique, en vertu de laquelle les Liquides ont leurs surfaces supérieures de niveau.

La pression de l'air ou de la matière subtile, ne peut influer en rien dans ce phénomène. Car on fait que ces Fluides agissent nécessairement avec des forces égales en tout sens ; & que les pressions latérales  $md$ ,  $nb$ , étant détruites par les pressions verticales  $ca$  ; toutes les parties intégrantes de cette goutte d'eau doivent rester réduites à leur simple action particulière, en vertu de laquelle les élémens  $dbc$  devoient se précipiter vers  $rs$ , & prendre tous une surface de niveau : s'ils n'avoient pour action, que leur *Tendance générale* vers le centre de la terre.

Or ils ont une *Tendance particulière* vers le centre  $x$  de la goutte qu'ils forment : donc cette tendance particulière vers ce centre  $x$ , doit avoir pour cause, un *Attraction spéciale* entre ces élémens.

De la même cause naît la figure sphérique que prennent les petites gouttes de pluie & de rosée : de cette même cause résulte aussi le petit phénomène de deux gouttes d'eau contiguës, qui se transforment en une seule goutte un peu moins sphérique.

98. REMARQUE I. Les petites *Portions de mercure*, prennent une forme plus parfaitement sphérique encore, que les gouttes d'eau : soit parce que le mercure étant environ quatorze fois plus dense que l'eau, il a beaucoup plus d'attraction spéciale, à raison de la plus grande somme & de la plus grande contiguïté de ses élémens ; soit parce que le mercure ayant moins d'affinité que l'eau avec les corps sur lesquels il repose, l'action attractive est moins détruite dans le mercure que dans l'eau, par l'attraction opposée des substances qui le soutiennent.

99. REMARQUE II. Un *Pied cube d'eau* que l'on verse dans

cement & goutte à goutte sur une table horizontale ou dans un large bassin, ne prend pas & ne doit pas prendre, comme la goutte d'eau isolée, une figure sphérique; & voici la raison de cette différence. (*Fig. 5*).

I°. Chaque élément  $abcd$  d'une goutte d'eau, a une double attraction: l'une, de tendance ou de gravitation vers le centre de la terre; l'autre, de tendance vers les élémens contigus ou voisins.

En vertu de la première attraction, fruit de la *Loi générale*: tous les élémens de cette goutte d'eau, tendent à se mettre à égale distance  $rs$  du centre de la terre. En vertu de la seconde attraction, fruit de la *Loi spéciale*: ces mêmes élémens tendent à se mettre les uns auprès des autres, à égale distance d'un centre commun  $x$ , pris dans cette goutte d'eau.

La première attraction lutte donc contre la seconde, & tend à la détruire. Mais comme la première attraction, toujours proportionnelle aux masses, est très-peu considérable dans une fort petite goutte d'eau: elle se trouve assez foible pour être vaincue en très-grande partie par la seconde attraction, qui est dans toute sa force à raison de la très-grande proximité de toutes les parties attractives.

Cette *seconde Attraction*, qui tend à faire prendre à toutes les molécules aqueuses une figure sphérique, obtient donc plus ou moins parfaitement son effet; & la goutte d'eau est plus ou moins parfaitement sphérique.

II°. Si on suppose maintenant en  $m$  & en  $n$  deux nouvelles gouttes d'eau: ces deux gouttes d'eau, par leur propre attraction, attireront l'une l'élément  $d$  vers  $m$ ; l'autre, l'élément  $b$  vers  $n$ .

La tendance des élémens  $d$  &  $b$  vers le centre de la goutte  $abcd$ , sera donc partagée & diminuée; & les élémens  $c$ , en vertu de leur gravitation qui n'a plus le même obstacle à vaincre, se précipiteront vers la surface inférieure  $m$ .

Ainsi un grand volume d'eau, ne doit pas prendre une surface sphérique: parce que dans un grand volume d'eau la gravitation commune, proportionnelle à la masse, détruit par-tout victorieusement l'*Attraction spéciale* des diverses gouttes entr'elles.

Comme les gouttes éloignées  $m$  &  $n$ , ne peuvent pas avoir une contiguïté immédiate entr'elles; & que l'*Attraction spéciale* dépend de la contiguïté ou du moins de la très-grande proximité: la force attractive des gouttes entr'elles, ne croît point & ne doit point croître proportionnellement à la masse d'eau. Dans une grande masse d'eau, la gravitation générale, qui lutte contre l'attraction particulière, doit donc en détruire sensiblement tout l'effet, par son excès de force.

La même chose a lieu dans un grand volume de Mercure & de tout autre Liquide, & pour les mêmes raisons.

100. REMARQUE III. Cette *Attraction spéciale* est proportionnelle aux masses attractives, en tant que contiguës, & non en tant que non-contiguës. La raison en est, que cette force attractive dépend de la contiguïté.

Ainsi le morceau de sapin de la première expérience précédente, sera attiré par une force comme 1, s'il est touché par une surface d'eau comme 1 : sera attiré par une force comme 10, s'il est touché par une surface d'eau dix fois plus grande.

Mais la partie de cette masse d'eau, qui n'a point de contact, soit qu'elle ait plus ou moins de largeur, soit qu'elle ait plus ou moins de profondeur, n'exerce aucune *Vertu attractive* sur le sapin : parce qu'elle manque de la condition d'ou dépend son action.

## SECONDE PREUVE.

### PHÉNOMÈNES DES DISSOLUTIONS CHYMIQUES.

101. DÉFINITION. La *Dissolution des corps*, est une opération par laquelle les parties intégrantes d'un corps, s'unifient & se combinent avec les parties intégrantes d'un autre corps de nature différente : en sorte que de cette union & de cette combinaison il résulte un *nouveau Composé*, qui participe de la nature des deux corps dissous l'un par l'autre.

I<sup>o</sup>. On voit, par cette définition, que la simple division ou séparation des parties intégrantes d'un corps, n'est pas une dissolution. L'or, devenu liquide par l'action du feu, est fondu, & non dissous. Pour que l'or soit dissous, il faut que ses parties intégrantes se combinent avec les parties intégrantes d'un autre corps ; par exemple, du mercure ou de l'eau régale.

II<sup>o</sup>. Dans une Dissolution chymique, quoique les deux corps d'ou résulte le nouveau composé, contribuent réciproquement à l'action de la dissolution : on appelle *Dissolvant*, le corps dont les parties intégrantes sont déjà désunies & fluides avant la dissolution ; & on nomme *Dissous*, le corps dont les parties ne se désunissent que par l'acte même de la dissolution ou de la combinaison des deux corps.

### DISSOLUTION DES SELS.

102. DESCRIPTION. Les propriétés essentielles & caractéristiques de toute substance qu'on doit regarder comme saline, sont d'avoir de la saveur, d'être dissolubles dans l'eau,

d'avoir une pesanteur & une fixité moyennes entre celles de l'eau & celles de la terre pure. Tel est le sel commun : tel est le sucre.

Parmi la multitude presque infinie de corps , dans lesquels on observe des *Propriétés salines* : on a remarqué qu'il y en a un grand nombre qui sont composés d'une substance saline par elle-même , & d'une ou de plusieurs autres substances qui par elles-mêmes ne sont point salines.

C'est sans doute cette observation , qui a donné lieu au plus célèbre & au plus profond des Chymistes , à l'illustre Stal , de soupçonner qu'il n'y a dans la Nature , qu'un seul *Principe salin* , qui se modifie en une infinité de manières différentes , par son mélange avec une foule de substances non salines : que ce principe salin unique est l'*Acide vitriolique* , le plus actif & le plus inaltérable de tous les principes salins ; & que cet Acide vitriolique n'est lui-même qu'une combinaison d'un principe aqueux & du principe terreux intimement unis ensemble.

103. EXPÉRIENCE. Emplissez environ jusqu'aux deux tiers de leur capacité , d'une eau pure de fontaine , trois gobelets de verre. Mettez du sel commun dans le premier , du sucre dans le second , du salpêtre dans le troisième.

EFFETS. L'eau divise & dissout ces trois especes de sels en particules si ténues & si imperceptibles , qu'on ne peut les appercevoir à l'aide du meilleur microscope : de sorte qu'après que ces trois especes de sels se sont mêlées à l'eau , où elles se font sentir au goût ; si on met sous la lentille d'un microscope une goutte extraite d'un de ces trois verres indifféremment : on ne voit simplement qu'une liqueur.

I°. L'eau dissout & tient en dissolution une quantité de sel commun , à peu près égale au quart de son poids : après quoi son action est épuisée ; & le nouveau sel commun qu'on y mêle , reste au fond en masse concrète , & ne s'y dissout plus : c'est le *Point de saturation*. Bouillante , elle n'en dissout guere plus que froide.

II°. L'eau dissout & tient en dissolution une beaucoup plus grande quantité de sucre : elle parvient donc beaucoup plus difficilement à l'égard du sucre , qu'à l'égard du sel commun , au *Point de saturation*.

III°. L'eau froide dissout une quantité déterminée de salpêtre : après quoi elle arrive au point de saturation , & n'en dissout plus. L'eau bouillante dissout une quantité incomparablement plus grande du même salpêtre : après quoi elle arrive enfin à un nouveau *Point de saturation* , où elle cesse de dissoudre le restant du salpêtre.

IV°. L'eau, saturée de sel commun, est encore en état de dissoudre une quantité plus ou moins grande de sels différens, tels que le sucre & le salpêtre : son action épuisée relativement au premier sel, conserve donc encore une force réelle pour dissoudre des sels différens.

104. ASSERTION. *Le phénomène de la Dissolution des sels ; semble dépendre uniquement de la Loi d'affinité ou d'attraction spéciale entre l'eau & les sels.*

DÉMONSTRATION. Le sel commun, que nous prendrons ici pour exemple général, plus pesant que l'eau, se précipite d'abord en masse & sous forme concrète, au fond du vase où l'eau est contenue. Comment remonte-t-il dans toute la masse de l'eau, jusqu'à la surface la plus élevée ? On voit d'abord qu'il s'agit ici d'un grand phénomène, qui a trait aux deux tiers de la surface de notre globe : puisque les deux tiers de cette surface, sont formés par l'eau salée de la mer.

I°. Ce sel, placé au fond du vase, n'est point dissous & exalté par l'action d'une *Matière tourbillonnante*. Cause de la dureté & de la pesanteur des corps, selon les Cartésiens : comment seroit-elle en même tems la cause de la division & de l'exaltation des mêmes corps ? Ce seroit attribuer à cette Cause fabuleuse, une double vertu diamétralement opposée.

II°. Ce sel n'est point dissous & exalté en vertu de l'*Attraction générale*, commune à tous les corps indistinctement. Car quelque force attractive que l'on suppose entre l'eau & le sel au point de contact : comme cette attraction affecte indifféremment tous les corps, elle ne peut tendre qu'à les unir plus fortement entre eux indistinctement. Elle ne doit aboutir qu'à unir l'eau avec le sel qu'elle touche : au lieu de désunir & de disperfer les molécules de ce sel, dans toute la masse de l'eau.

III°. Ce sel n'est point dissous & exalté par la *simple action du feu*, ou de la chaleur : puisqu'un thermometre plongé dans une eau de fontaine, ne monte point quand on y met dissoudre du sel. L'action de la chaleur qui ne le dissout pas hors de l'eau, ne le dissout donc pas dans l'eau où elle n'est pas plus grande.

IV°. Ce sel n'est point dissous & exalté par le poids & la *Gravitation de l'eau*.

D'abord, comment le poids & la gravitation de l'eau, opéreroit-il la *Séparation des molécules du sel* ? On a beau se figurer les élémens de l'eau, comme autant de petits coins qui s'insinuent entre les élémens du corps à diviser : il faut à ces petits coins une force impulsive ou attractive, qui les

enfonce avec violence entre les élémens du corps à diviser. Or, cette force peut-elle être autre chose que la force d'attraction spéciale entre ces petits coins aqueux & les molécules du sel à diviser ? Le poids de l'eau supérieure, lutte autant contre les molécules à diviser, que contre les petits coins destinés à opérer la division : ce poids de l'eau est donc évidemment une force nulle relativement à la dissolution du sel.

Et d'ailleurs ce poids de l'eau, ou telle autre vertu générale qu'on voudra imaginer dans l'eau, devrait opérer la séparation des molécules d'un morceau de cire, qui est un corps plus tendre, plutôt & plus aisément que la séparation des molécules d'un morceau de sel cristallisé, qui est un corps beaucoup plus dur : ce qui est contraire à l'expérience.

Ensuite, comment la gravitation de l'eau, opéreroit-elle l'*Exaltation des molécules du sel* ? En vain supposera-t-on les molécules du sel, divisées en particules immensément atténuées. Ces particules étant parties intégrantes d'un corps plus dense & plus pesant que l'eau, elles doivent conserver un excès de pesanteur sur l'eau : à moins qu'elles ne soient divisées en particules beaucoup plus petites que les molécules primitives de l'eau. Mais comment l'eau pourroit-elle diviser les molécules des sels, en particules plus petites que ses molécules ?

Il est évident que les molécules de l'eau ne peuvent diviser un corps, qu'en s'insinuant à travers ses pores, entre ses parties unies ; & que les molécules de l'eau ne peuvent s'insinuer entre les parties d'une molécule de sel qui ne seroit que de leur grandeur : puisqu'une telle molécule de sel ne peut avoir des pores capables de donner entrée aux molécules de l'eau, qui seroient plus grandes ou aussi grandes qu'elle-même.

105. **RÉSULTAT.** Il paroît donc qu'une masse de sel, placée au fond de l'eau, ne peut être dissoute & exaltée en particules imperceptibles, que par l'Attraction ou l'Affinité qui se trouve entre les élémens de l'eau & les élémens du sel.

I°. Le sel, précipité d'abord au fond de l'eau, attire l'eau contiguë ; & est attiré par l'eau contiguë. L'eau contiguë au sel, en vertu de sa force attractive spéciale pour le sel, s'insinue avec violence dans ses pores ; divise & détache ses petites molécules ; se charge & se sature de ses particules divisées & séparées de la masse.

II°. La couche d'eau, voisine de cette eau chargée & saturée de particules salines, exerce à son tour toute son action attractive contre les molécules salines, attirées &

exaltées par la couche inférieure. Elle s'en charge donc à son tour ; & en dépouillant la couche contiguë au sel, elle la rend à sa force attractive, & la met en état de continuer à attirer & à diviser la masse du sel.

III°. Les couches d'eau, chargées de molécules salines ; sont donc sans cesse dépouillées de leur sel par les couches d'eau plus éloignées, qui n'ont encore rien perdu de leur *Force d'affinité* ou d'attraction pour le sel : force qu'elles exercent toute entière contre les molécules salines de la couche d'eau qui les avoisine, laquelle a déjà perdu une partie de sa force attractive, proportionnelle à la quantité de sel dont elle s'est emparée.

IV°. La couche d'eau, contiguë à la masse du sel à dissoudre, sans cesse dépouillée du sel qu'elle attire, & sans cesse rendue à son avidité pour le sel qu'elle touche, continue donc à diviser & à absorber les molécules de ce sel : jusqu'à ce que toute la masse d'eau en soit pleinement saturée. C. Q. F. D.

106. REMARQUE I. Quand l'eau a attiré & absorbé précisément la quantité de sel qu'elle appere, & qu'elle a épuisé à cet égard toute sa force attractive ; le sel superflu reste en masse au fond du vase, & ne s'y dissout plus : à moins qu'on n'y verse une nouvelle quantité d'eau, qui soit suffisante pour achever la dissolution.

Le sel ne change point de nature, par sa dissolution dans l'eau : chacune de ses molécules, unie à une ou à plusieurs molécules d'eau, conserve la même nature de sel qu'elle avoit dans la masse totale.

Le sel est donc divisé par cette opération, sans être décomposé : il est partagé en ses particules intégrantes, sans aucune altération dans ses parties constituantes. (7).

107. REMARQUE II. L'eau saturée de sel, & séparée du sel superflu qu'elle n'a pu dissoudre, tient adhérent à ses molécules, tout le sel dont elle s'est chargée.

Mais cette eau vient-elle à s'évaporer ? A mesure que la quantité d'eau diminue, le sel dont étoit saturée la partie qui vient de s'évaporer, se cristallise & se précipite successivement au fond du vase en petites masses semblables & régulières. Et quand l'évaporation est entièrement achevée : on trouve au fond du vase où l'eau étoit contenue, entassé en *Cristaux semblables & réguliers*, tout le sel qu'elle tenoit en dissolution.

108. REMARQUE III. L'eau fait de même la fonction de *Dissolvant*, à l'égard d'un grand nombre d'autres corps :



c'est-à-dire, qu'elle les pénètre, qu'elle en écarte & en sépare les parties intégrantes; que souvent elle en rompt le nœud & l'union. C'est ainsi qu'elle divise les terres, les sels, les suc des plantes. Elle se charge de leurs particules divisées; & elle les tient séparées tant qu'elle a une force suffisante pour empêcher qu'elles ne se rejoignent.

Cette propriété de l'eau, que l'action de l'air & du feu peut augmenter considérablement en mille circonstances, a souvent pour cause principale & fondamentale, l'Affinité ou l'Attraction qui se trouve entre l'eau & les substances qu'elle pénètre. Attirée par ces substances, & attirant ces substances à son tour, on conçoit facilement comment elle s'insinue entre leurs élémens, quand elle n'est pas arrêtée par une force supérieure: comment elle tient ces élémens en dissolution, tant que sa force attractive n'est pas surchargée & épuisée.

109. REMARQUE IV. C'est par cette vertu attractive & dissolvante, que l'eau n'est presque jamais pure, & qu'elle tient presque toujours en dissolution quelques substances étrangères à sa nature.

I°. En passant sur des masses de sel, répandues dans le sein de la terre: l'eau les dissout successivement, se charge de leurs molécules, & forme des *Sources salées*.

II°. En coulant sur la surface & dans l'intérieur de la terre: l'eau y détache & y fait des particules terreuses, gypseuses, séléniteuses; & forme des *Eaux dures*, ou des *Eaux crues*.

III°. En se filtrant à travers différens minéraux: l'eau en détache une quantité plus ou moins grande de particules spiritueuses, sulphureuses, salines, métalliques, qu'elle tient en dissolution; & forme des *Sources minérales*, qui ont différentes vertus, selon la différence des principes qu'elles contiennent.

#### AUTRES ESPECES DE DISSOLUTIONS.

110. ASSERTION. *Les autres especes de Dissolutions, ainsi que la Dissolution des sels, semblent résulter uniquement de la Loi d'affinité ou d'attraction spéciale, entre les parties intégrantes des corps qui se dissolvent.*

Cette assertion va être prouvée par la simple explication de quelques expériences sensibles & décisives, dont les phénomènes partent toujours de la même cause différemment modifiée.

111. EXPÉRIENCE I. Dans un verre à boire, mettez une très-petite monnoie de cuivre; & versez dans ce verre

environ une once d'*Eau-forte* ; laquelle n'est autre chose que l'acide du nitre , séparé de son alkali.

**EFFETS.** Il se fait à l'instant dans le verre , une effervescence & un bouillonnement sensibles. La liqueur s'insinue , avec violence , dans les pores du cuivre , en divise & en exalte les parties. Elle s'échauffe & s'élève en vapeur verdâtre ; & à la fin , toute la petite piece de monnoie a disparu , & ses molécules divisées se trouvent en dissolution dans la masse d'eau-forte qu'elles colorent.

L'*Eau-forte* opere à peu près les mêmes effets de dissolution , sur le fer , sur le plomb , sur tous les métaux : à l'exception de l'or & de la platine , qu'elle n'attaque point. Si avec la monnoie de cuivre , on met dans le verre dont on vient de parler , une petite piece d'or : tandis que le cuivre se dissout , l'or n'est point attaqué par le Dissolvant ou par l'*Eau-forte*.

**112. EXPLICATION.** Les élémens de l'*Eau-forte* , que l'on peut regarder comme tout autant de petits tranchans ou de petits coins forts aigus , sont portés , avec une violente impétuosité , à travers les pores , entre les molécules superficielles du cuivre : lesquelles se détachent successivement de la masse , pour s'unir aux molécules de la liqueur qui les touche , les assiege , les cerne , les absorbe.

I°. A quelle Cause attribuer cette action impétueuse qui déunit des parties si adhérentes ; si ce n'est à l'*Attraction spéciale* qui se trouve entre les élémens du cuivre & les élémens de l'acide nitreux : attraction qui emporte avec violence les uns vers les autres , ces élémens analogues ; & qui , par le choc mutuel des parties , produit une chaleur très-réelle & très-sensible dans ces deux substances ?

II°. Aucune autre Cause ne peut rendre raison de ces phénomènes : comme il seroit aisé de le faire voir , en développant encore l'insuffisance de la matiere tourbillonnante , de l'attraction générale , de l'action de l'air , de l'action de la chaleur , qui est ici effet plutôt que cause. Donc il est très-vraisemblable que la cause que nous assignons , en est la vraie cause. C. Q. F. D.

**113. EXPÉRIENCE II.** Dans un autre verre à boire , mettez ou une petite piece ou quelques petites feuilles d'or ; & versez dans ce verre , environ une demi-once d'*Eau-régale* , qui n'est qu'un mélange d'acide nitreux & d'acide marin.

**EFFETS.** Les molécules de l'eau régale , comme tout autant de petits tranchans , s'insinuent avec violence à travers les pores de l'or ; en divisent les élémens ; se combinent

avec eux ; & les tiennent en dissolution dans toute la masse d'eau régale.

114. EXPLICATION. La cause de cette Dissolution de l'or par l'Eau régale, ne peut être que l'Attraction spéciale entre les élémens de l'or, & les élémens de l'eau régale.

Toutes les autres causes étant visiblement inadmissibles dans l'explication de ce phénomène, comme dans celle de routes les autres Dissolutions chimiques : il est très-vraisemblable que celle que nous assignons, en est la vraie cause physique.

115. REMARQUE. Mais pourquoi l'Eau-forte, qui dissout l'argent, ne dissout-elle pas aussi l'or ? Pourquoi ensuite l'Eau-régale, qui dissout l'or, ne dissout-elle pas l'argent ? Quel changement peut opérer, relativement à ce double phénomène, le mélange de l'acide nitreux avec l'acide marin ? (111 & 113).

116. EXPLICATION I. Quelques Physiciens, pour rendre raison de ce double phénomène, ont recours à une diversité de pores dans ces deux métaux : pores accessibles aux molécules de l'Eau-forte dans l'argent, inaccessibles aux mêmes molécules de l'eau-forte dans l'or : pores ensuite accessibles aux molécules de l'Eau régale dans l'or, inaccessibles aux mêmes molécules de l'eau régale dans l'argent. Mauvaise explication à toute sorte d'égards ! Car,

I°. En supposant réelle cette différence de pores : conçoit-on comment les pores de l'or, inaccessibles aux molécules de l'acide nitreux, deviendront accessibles aux mêmes molécules de l'acide nitreux ; quand ces molécules seront unies & combinées avec d'autres molécules qui ne les dénatureront point ?

C'est dire, ce me semble, qu'une épée ne peut pas pénétrer nue dans une ouverture donnée : mais que cette même épée y pourra pénétrer unie avec son fourreau, ou avec tel autre corps qui n'altère point sa masse & sa figure. Car dans les Dissolutions chimiques, les parties intégrantes des corps dissous, conservent leur nature primitive ; & par là même, leur même figure & leur même masse.

II°. Si on veut que la Dissolution opère une plus grande division, une plus grande ténuité, dans les parties qui s'unissent & se combinent ; conçoit-on comment les pores de l'argent, accessibles aux Molécules de l'Acide nitreux, deviendront inaccessibles aux mêmes molécules de l'acide nitreux : quand ces molécules auront été plus atténuées par leur combinaison avec l'acide marin, duquel elles peuvent se détacher pour se précipiter dans ces pores ?

III°. En supposant telle division, tels pores, telles figures qu'on voudra, dans ces deux métaux qui se dissolvent; conçoit-on, sans la Loi d'affinité & d'attraction, comment un Liquide qui devrait être paisible & immobile, se porte & s'insinue avec violence dans les pores & entre les parties solidement adhérentes de ces métaux: comment ces parties solidement adhérentes de ces métaux, se séparent les uns des autres; se dispersent en tout sens, dans toute la masse du Dissolvant; & vont s'unir jusqu'au point précis de saturation, à toutes les molécules de ce même dissolvant? Cette explication est donc vaine & sans fondement.

117. EXPLICATION II. Voici donc une autre raison de cette diversité de phénomènes.

I°. L'Acide nitreux, ou l'*Eau-forte*, dissout l'argent; & ne dissout pas l'or: parce que les molécules de cet acide, capables de pénétrer dans les pores de ces deux métaux, ont une affinité avec les molécules de l'argent, & n'ont pas la même affinité avec les molécules de l'or. Elles doivent donc être attirées par l'argent, & non par l'or.

II°. L'Acide nitreux, combiné avec l'Acide marin, ou l'*Eau régale*, dissout l'or; & ne dissout pas l'argent: parce que les molécules de l'acide nitreux, combinées avec les molécules de l'acide marin, forment de nouveaux Touts, différens des deux principes isolés qui les constituent; & que ces nouveaux touts ont une affinité avec les élémens de l'or, sans avoir la même affinité avec les élémens de l'argent.

Les molécules de l'Acide nitreux, pour être combinées avec les molécules de l'Acide marin, ne cessent pas de pouvoir pénétrer dans les pores de l'argent: puisqu'en se détachant des molécules de l'acide marin, elles pourroient, comme avant le mélange, s'insinuer & se précipiter dans les mêmes pores de l'argent.

Mais ces molécules de l'Acide nitreux, ont pour les molécules de l'Acide marin, une *Affinité compliquée*, qui épuise & qui détruit leur attraction avec l'argent, & qui fait naître une attraction avec l'or. Elles doivent donc cesser d'être attirées par l'argent, & commencer à être attirées par l'or.

#### PRÉCIPITATIONS CHYMIQUES.

118. DÉFINITION. La *Précipitation chymique* est une opération par laquelle on désunit l'un d'avec l'autre, deux corps en dissolution, par le moyen d'un troisième corps qui a la propriété de s'unir avec l'un des deux, & de forcer l'autre à s'en séparer à mesure qu'il s'y unit.

On nomme *Précipitant*, le corps qui sert d'intermédiaire pour opérer la séparation des deux corps qui étoient unis.

On nomme *Précipité*, celui des deux corps qui, en se détachant du corps auquel il étoit uni, ne s'attache point au précipitant, & se dépose communément au fond du vase où se fait cette opération.

I°. Il est certain d'abord, qu'une précipitation ne peut se faire : qu'en vertu d'une Affinité du Précipitant, beaucoup plus forte que celle du Précipité, avec la substance dont ce dernier est séparé. Cette étonnante propriété qu'ont certaines substances d'en séparer ainsi d'autres, quoique très-étroitement unies, est la vraie cause physique d'une infinité de phénomènes également intéressans & pour la Chymie & pour toute la Physique.

Par exemple, on n'eût jamais connu l'Acide du sel commun, les Acides d'une infinité d'autres substances : sans le secours de certains Acides plus puissans, qui ont la vertu de les séparer d'avec leurs Alkalis, qui sont comme leurs enveloppes & leurs bases, dans lesquelles ils se trouvent naturellement engagés.

II°. Il est certain ensuite, qu'il n'y a point de précipitation chymique : sans une nouvelle combinaison du Précipitant avec l'un des deux principes qui étoient auparavant unis & dissous ensemble. Si la Chymie donne quelquefois le nom de Précipitation, à certaines opérations qui manquent de cette condition : c'est de son propre aveu, un abus de ce terme.

III°. Il est certain enfin, qu'il ne se fait jamais de Précipitation, que dans des matières fluides : puisque si elles n'étoient pas fluides, l'un des corps unis ne pourroit pas se détacher de l'autre pour se précipiter.

Comme les corps peuvent être rendus fluides ou par l'eau ou par le feu : on distingue deux sortes de Précipitations, l'une par la Voie humide, l'autre par la Voie sèche.

On doit rapporter à la première, ou à la voie humide, toutes les décompositions des sels à base terreuse & métallique, qu'on fait dissoudre dans l'eau, lorsqu'on veut séparer leurs bases d'avec leurs acides, par le moyen d'un intermédiaire convenable.

On doit rapporter à la seconde, ou à la voie sèche, toutes les séparations des métaux & autres matières solides & fusibles : ce à quoi l'on parvient en les faisant fondre, & en les mêlant avec la substance qui doit procurer la séparation de leurs parties mélangées.

119. EXPÉRIENCE. Dans un grand gobelet de verre, versez une quantité considérable d'Eau-forte bien concentrée, & mettez dans cette eau-forte une très-petite pièce d'argent. L'eau-forte la dissoudra toute entière, & la tiendra en dissolution.

Dans

Dans cette dissolution d'argent, plongez quelques petites lames de cuivre. L'eau-forte attire le cuivre plus fortement que l'argent : d'où il arrivera que l'argent détaché de l'eau-forte, se précipitera au fond, sous la forme d'une poudre ; & que le cuivre se mettra en dissolution avec l'eau-forte.

Dans cette dissolution de cuivre, plongez de la limaille de fer. Comme le fer est attiré par l'eau-forte, plus puissamment que le cuivre : le cuivre abandonnera son dissolvant, & se précipitera au fond.

Dans cette dissolution de fer, plongez du zinc. L'eau-forte agissant encore davantage sur le zinc que sur le fer ; celui-ci quittera son dissolvant, & se précipitera au fond.

Dans cette dissolution de zinc, jetez des yeux d'écrevisses. Après avoir fermenté d'une manière terrible avec l'eau-forte, ces yeux d'écrevisses l'attirent & en sont attirés ; & le zinc, abandonné de son dissolvant, se précipitera au fond.

Sur cette dissolution d'yeux d'écrevisses, versez de l'esprit urinaire. Il se fera une nouvelle effervescence, causée par l'attraction de l'urine qui agit fortement sur l'eau-forte ; & alors les yeux d'écrevisses se sépareront de leur dissolvant, & se précipiteront au fond.

Enfin sur cette dernière dissolution, jetez quelque sel alkali fixe. Ce sel alkali ayant une très-grande affinité avec l'eau-forte : il arrivera que le sel volatil urinaire, venant à se séparer de son dissolvant, s'élèvera en haut, où il sera emporté par sa légèreté.

Toutes ces expériences confirment, comme on voit, la Loi d'affinité que nous avons déjà établie : loi d'où peut uniquement découler leur explication. On peut aussi remarquer, à l'occasion de ces expériences, que l'Affinité ne suit point la proportion de la pesanteur ou de la légèreté : puisque souvent un corps plus pesant est précipité par un corps plus léger ; & un corps plus léger, par un corps plus pesant.

### TROISIÈME PREUVE.

#### PHÉNOMÈNES DES CRYSTALLISATIONS.

120. DÉFINITION. La *Crystallisation*, en général, est une opération par laquelle les parties intégrantes d'un corps, séparées les unes des autres par l'interposition d'un fluide, sont déterminées à se joindre & à former des masses d'une figure régulière & constante.

Cette définition convient, comme on voit, à tous les corps dont les parties sont naturellement susceptibles d'un arrangement régulier : soit que leurs molécules soient transparentes, comme dans les sels, dans les cristaux, dans les pierres précieuses ; soit que leurs molécules soient opaques,

comme dans les cailloux, dans les pyrites, dans les minéraux.

La Crystallisation des sels, que la Nature expose à nos regards, nous fera deviner les autres especes de crystallisations qu'elle cache à notre vue.

#### CRYSTALLISATION DES SELS.

121. EXPÉRIENCE. Placez sur un Porte-objets horizontal, à trois points différens, trois gouttes d'eau, extraites de trois verres dans lesquels on aura fait dissoudre séparément du sel marin, du sucre, du nitre; & laissez évaporer tranquillement ces trois gouttes. (103).

Après l'évaporation, examinez avec un Microscope, les trois points du Porte-objets, où étoient les trois gouttes évaporées. Vous y verrez des molécules d'une figure toujours régulière, mais variée selon la nature des sels qui ont été infusés & dissous. Le sel marin, ou le sel commun qui sert à nos tables, forme des cubes; le Sucre, des globules; le Nitre, des aiguilles.

122. ASSERTION. *Le phénomène de la Crystallisation des sels, semble découler uniquement de la Loi d'affinité ou d'attraction spéciale entre les élémens d'un même sel.*

DÉMONSTRATION. Après ce que nous avons dit & de la Matière tourbillonnante & de l'Attraction commune à tous les corps indistinctement; il seroit fort inutile de s'arrêter à réfuter de nouveau l'influence de ces deux Causes dans le phénomène de la crystallisation, où elles ne peuvent évidemment influer pour rien. (104).

Il ne s'agit donc plus que de faire bien voir ici que ce phénomène découle naturellement de l'hypothese d'une *Attraction spéciale*, dont nous avons d'abord démontré la possibilité, dont nous avons ensuite établi l'existence, & dont nous allons faire l'application aux phénomènes de la Crystallisation en général & en particulier.

123. SUPPOSITIONS. Il consiste par ce que nous avons dit des Affinités ou Attractions spéciales, qu'on peut vraisemblablement supposer :

I°. Que les parties intégrantes des Corps, ont les unes vers les autres une *Tendance naturelle*, en vertu de laquelle elles s'approchent, s'unissent, & adherent entr'elles : quand aucun obstacle ne s'y oppose.

II°. Que dans les Corps simples ou peu composés, cette tendance naturelle des parties intégrantes les unes vers les autres, est *plus marquée & plus sensible*, que dans les corps

plus composés : ce qui fait que les premiers sont plus disposés que les derniers, à la cristallisation.

III°. Que, quoique nous ne connoissions point la figure des molécules primitives intégrantes d'aucun corps : on ne peut douter cependant que ces molécules primitives intégrantes des Corps, n'aient chacune *une figure constante*, toujours la même, qui leur est propre, & qu'aucun agent créé ne peut leur faire perdre.

IV°. Qu'il paroît également certain, qu'excepté le cas où toutes les parties intégrantes d'un Corps sont absolument égales & semblables ; ces parties intégrantes ne tendent point à s'unir indistinctement par toutes leurs faces, mais plutôt par les unes que par les autres ; & il est vraisemblable que c'est *par les faces* qui peuvent avoir entr'elles le contact le plus immédiat & le plus étendu.

124. APPLICATION. Il est facile, d'après cette théorie, de rendre raison du phénomène de la Cristallisation des sels ; & d'établir la précédente Assertion.

I°. A mesure que l'eau s'évapore, les molécules salines, qui sont fixes & non volatiles, se détachent d'elle à sa surface ; & ne peuvent être attirées & absorbées par l'eau restante, laquelle saturée de sel, comme on le suppose, ne conserve plus de force attractive à cet égard. (103).

II°. Ces molécules salines surabondantes, dont le nombre augmente sans cesse à mesure que l'eau continue à s'évaporer, répandues & suspendues en nombre immense à la surface de l'eau, doivent à la fin se trouver si près les unes des autres, qu'elles se rencontrent & se touchent.

Alors, en vertu de leur *Attraction mutuelle* que rien ne gêne, elles devront s'unir & s'attacher entr'elles, par leurs faces ou leurs points les plus analogues. Delà la *Régularité des figures qu'elles prennent*.

III°. Ces molécules unies & entassées en petites masses régulières, que l'œil apperçoit à la surface de l'eau sous la forme d'une petite pellicule, deviennent à la fin plus pesantes qu'un égal volume d'eau. Elles doivent donc alors descendre très-lentement au fond de l'eau, par leur petit excès de gravitation ; & continuer à s'unir & à adhérer les unes aux autres au fond de l'eau, par leurs faces plus analogues.

De là la *Régularité des grandes masses de sel*, quand il se cristallise dans une eau pure & tranquille, où rien n'empêche la force attractive des molécules salines, d'avoir son effet dans toute sa perfection.

IV°. Le même mécanisme doit avoir lieu, jusqu'à l'en-





tière évaporation de l'eau. De là la cristallisation régulière de toute la masse de sel, qui se trouvoit divisée & répandue dans toute la masse de l'eau. C. Q. F. D.

125. REMARQUE I. Le Sel, en se cristallisant, ne se sépare point de toute l'eau avec laquelle il étoit uni dans la dissolution. En vertu de son affinité avec l'eau, il en retient les dernières portions avec un degré de force qui empêche l'ultérieure évaporation de cette eau. Cette portion d'eau restante, combinée avec les cristaux du sel, ne fait qu'un tout avec lui; & on ne peut la lui enlever, sans lui faire perdre la régularité de ses figures. D'où il résulte qu'un sel cristallisé est un composé de sel & d'eau. Les Chymistes nomment cette eau adhérente aux cristaux de sel, *Eau de la cristallisation*.

I°. Un degré de chaleur convenable peut faire perdre à un sel cristallisé, l'eau de sa cristallisation; & dans ce cas il perd la régularité de ses figures, sans perdre sa nature spécifique de sel. D'où il s'ensuit que cette eau de la cristallisation, essentielle peut-être au sel cristallisé comme cristallisé, n'est point de l'essence du sel comme sel; ou que cette eau de la cristallisation, est *surabondante à sa nature saline*.

II°. La quantité d'eau de cristallisation, varie beaucoup, selon la nature des sels. Le nitre & le sel marin n'en contiennent qu'une fort petite quantité: le sel de glauber & le vitriol martial en contiennent environ la moitié de leur poids: il y a des sels qui en contiennent une quantité deux fois plus pesante qu'eux.

III°. quand on a enlevé à un sel cristallisé, l'eau de sa cristallisation: ce sel, exposé à l'air libre, reprend à peu près la même quantité d'eau. La raison en est que l'Atmosphère terrestre a toujours beaucoup de vapeurs, que la force attractive du sel attire & retient, comme au moment où a cessé l'évaporation qui l'avoit cristallisé.

Mais il ne reprend pas la *Régularité de ses cristaux*: parce que les molécules dérangées n'ont pas assez d'aisance & de liberté, pour se recombiner selon l'affinité de leurs faces les plus analogues.

126. REMARQUE II. Quand une eau qui tient en dissolution un sel quelconque, s'évapore tranquillement & sans agitation: la *Cristallisation ne commence qu'au moment où est arrivé le point de saturation*. La raison en est, que les molécules salines, détachées de l'eau évaporée avant le point de saturation, sont à l'instant attirées & absorbées par l'eau restante, laquelle conserve encore une partie de sa force attractive pour ce sel.

Quand une eau saturée d'un sel quelconque, s'évapore avec une agitation violente, comme sur le feu: le sel qui en résulte, n'est point formé en *Crystaux réguliers*. La raison en est, que le tumulte & l'agitation des parties aqueuses & salines, empêche l'effet de l'attraction des molécules salines par leurs faces analogues. La masse saline qui en résulte, doit donc être une masse irrégulière.

127. REMARQUE III. *L'eau de la Mer*, sans être saturée de sel, en tient toujours en dissolution une quantité assez considérable, environ un trente-deuxième de son poids sur les côtes de France. Donc, en laissant tranquillement évaporer, sur les bords de la mer, dans une grand bassin isolé, trente-deux quintaux d'eau de la mer, on doit trouver après l'évaporation, un quintal de sel au fond du bassin. En été, dans un tems chaud & serein, la quantité d'évaporation est d'environ un pouce de hauteur sur toute la surface, en vingt-quatre heures.

1<sup>o</sup>. C'est par ce très-simple mécanisme, que se forme & se cristallise le Sel commun, pendant les jours les plus chauds de l'été, en Bretagne, sur les côtes de la Rochelle & de l'Aunis, au Peccais dans l'isle de Maguelonne en Languedoc. On y a des Marais salans, de très-grands bassins, qui communiquent avec les eaux de la mer; & qu'on emplit à volonté, jusqu'à une certaine hauteur, par exemple, d'un pied ou d'un demi-pied. Au bout d'un certain tems sec & chaud, l'évaporation est faite suffisamment; & il reste au fond du bassin une liqueur épaisse & comme gluante, dans laquelle se trouvent en abondance des cristaux de Sel marin, de toute grandeur, que l'on casse avec des perches, que l'on en retire ensuite avec des peles trouées, & que l'on laisse égoutter sur la terre sèche, pour les transporter de là dans les magasins des Fermes. Ce Sel ainsi fait sur les côtes de l'Océan & de la Méditerranée en France, est d'une *qualité incomparablement meilleure*, que celui qu'on pourroit faire de la même manière en Espagne, en Italie, en Angleterre, en Hollande: soit parce que les pays plus septentrionaux n'ont pas assez de chaleur, & que les pays plus méridionaux en ont trop, pour donner au sel la qualité convenable; soit parce que les eaux de la mer, qui n'ont pas par-tout le même degré de salure & d'amertume, ont en France sur les côtes de l'Océan & de la Méditerranée, la qualité précise qu'il faut, pour donner un sel parfait.

II<sup>o</sup>. En Lorraine & en Franche-Comté, où se trouvent des *Sources salées*. & plus salées que les eaux de la mer, on procure l'évaporation par le moyen du feu, entrete nu sous.

de grandes chaudières. Après l'évaporation de l'eau, qu'on a quelquefois fait passer auparavant par certains Evaporatoires propres à lui enlever une quantité considérable de sa partie aqueuse & à concentrer la partie saline : le sel qu'elle tenoit en dissolution, se trouve au fond de la chaudière, en masse irrégulière & non cristallisée. Tel est l'origine du sel dont on fait usage en Lorraine, en Franche-Comté, en Suisse. (124 & 126).

### CRYSTALLISATION DES MÉTAUX.

128. DESCRIPTION. Les *Substances métalliques* forment une classe de corps isolée, caractérisée par des propriétés spécifiques qui la distinguent des autres espèces de substances. Ces propriétés spécifiques, communes à toutes les substances métalliques, sont principalement & une plus grande *Pesanteur* & une plus grande *Opacité*. Un pied cube d'étain, qui est le plus léger de tous les métaux, pèse 512 livres & demie : tandis qu'un pied cube de marbre ne pèse que 189 livres & demie. Plus denses que les autres corps, les substances métalliques doivent donc réfléchir plus de rayons de lumière : de là leur opacité ; de là leur brillant. Le brillant des substances métalliques est un brillant de pure réflexion : il diffère du brillant des pierres précieuses, qui est un brillant de réflexion & de réfraction. Les substances métalliques se divisent en métaux parfaits, en métaux imparfaits, en demi-métaux.

I°. On nomme *Métaux parfaits*, certaines substances métalliques qui, ductiles & malléables, restent fixes au feu le plus long & le plus violent : sans éprouver sensiblement aucune diminution de leur poids, aucune altération dans leur nature. Inaltérables au feu, ils ne reçoivent non plus aucune altération, par l'action de l'air & de l'humidité. L'*Or*, l'*Argent*, la *Platine*, sont les trois métaux parfaits.

II°. On appelle *Métaux imparfaits*, certaines substances métalliques qui, ductiles & malléables, sont fixes & sans altération au feu, jusqu'à un certain point ; mais qui, par son action poussée trop loin, se décomposent, s'exhalent en vapeurs, perdent leur nature primitive, se changent en chaux ou en verre. L'air & l'humidité leur font contracter une rouille qui les attaque & les altère. Le *Cuivre*, le *Fer*, l'*Etain*, le *Plomb*, sont les quatre métaux imparfaits.

III°. On nomme *Demi-métaux*, certaines substances métalliques, qui manquent absolument de fixité & de ductilité ; & qui, exposées au feu, y perdent leurs propriétés métalliques. Les demi-métaux ont tous une plus ou moins grande dureté, & une plus ou moins grande fusibilité, ainsi que les autres

métaux. Mais ils sont extrêmement volatils, & nullement malléables: ce qui les distingue & des métaux parfaits, qui, toujours ductiles & malléables, ne s'exhalent point en vapeurs; & des métaux imparfaits, qui conservent leur ductilité & leur fixité jusqu'à un certain degré de chaleur. L'*Antimoine*, le *Bismuth*, le *Zinc*, le *Cobalt*, l'*Arsenic*, sont les cinq demi-métaux.

IV°. Le *Mercur*, qui a les deux propriétés générales & fondamentales des substances métalliques, semble faire seul une classe à part. Il tient des métaux parfaits, par sa pureté & par sa pesanteur: il tient des métaux imparfaits par sa volatilité: il diffère des uns & des autres par sa fusibilité.

Fixe sur le feu jusqu'au degré de chaleur de l'eau bouillante, il s'exhale en vapeurs, quand on pousse plus loin le degré de chaleur; & il se calcine enfin à un degré de feu excessif & long-tems soutenu. Le moindre degré de chaleur le tient dans l'état de fluidité: mais il devient solide, ductile, & malléable, à un degré de froid excessif, qu'on lui procure artificiellement par le moyen de certains sels mêlés avec la neige: comme il conste par les expériences qui furent faites pour la première fois à Petersbourg, pendant le froid excessif qui se fit sentir le 25 Décembre 1759; & qui y ont été depuis lors plusieurs fois répétées.

129. REMARQUE I. Les *Parties intégrantes des Métaux parfaits*, paroissent être indestructibles. L'activité des fourneaux les plus ardens, le mélange des dissolvans les plus puissans, n'aboutissent qu'à séparer les unes des autres ces parties intégrantes; sans pouvoir les décomposer & les dépouiller de leur nature primitive: de sorte qu'après avoir été agitées & tourmentées en mille manières, après avoir été différemment mélangées avec une infinité d'autres substances dissolvantes, après avoir passé par toutes les épreuves que leur ont fait subir pendant des années entières & sans interruption les fourneaux chymiques; si on les sépare de ces substances auxquelles on les avoit mélangées, elles se trouvent avoir précisément la même nature, & former le même métal, qu'auparavant. Il n'est point démontré que le feu du miroir ardent de l'Académie des sciences, décompose les parties intégrantes des métaux parfaits. (150).

130. REMARQUE II. Les *Parties intégrantes des métaux imparfaits & des demi-métaux*, sont incontestablement destructibles: puisque l'action du feu les convertit en chaux & en verre, & leur fait perdre leur nature métallique primitive. Les métaux imparfaits & les demi-métaux sont des *Mixtes*, que le feu décompose, ou dont le feu divise & sépare les parties constituantes. (7).

Ces Parties constituantes sont principalement & le Phlogistique & la Terre élémentaire. La terre élémentaire, dépouillée & dégagée du phlogistique ou du principe inflammable avec lequel elle étoit combinée, se réduit à la simple qualité de sable, propre à être converti en chaux & en verre.

Il n'est pas improbable que les métaux parfaits aient aussi principalement pour parties constituantes, le Phlogistique & la Terre élémentaire, que l'action des fourneaux les plus ardents ne peut désunir & décomposer.

Il consiste par une foule d'observations, que toutes les espèces de substances métalliques se cristallisent, ou prennent des formes régulières qui leur sont propres. Cette cristallisation des substances métalliques va être expliquée conjointement avec la cristallisation des pierres précieuses.

#### CRYSTALLISATION DES PIERRES.

Parmi les Pierres précieuses, nous nous bornerons à faire connoître le crystal & le diamant, pour servir d'exemple général de la cristallisation en ce genre.

131. DESCRIPTION I. Le Crystal naturel, ou le Crystal de roche, est une pierre dure, transparente, figurée en prismes à six faces, qui sont terminées à chaque bout par des pyramides aussi exagonales.

132. DESCRIPTION II. Le Diamant est aussi une pierre, la plus dure, la plus brillante, la plus estimée des pierres précieuses. On la trouve naturellement cristallisée en prismes à six faces, terminés à chaque extrémité par une pointe pyramidale à six côtés. Il y a aussi d'autres Diamans, différemment cristallisés.

133. ASSERTION. Le phénomène de la Cristallisation des Pierres précieuses & des Métaux, semble découler uniquement de la Loi d'affinité ou d'attraction spéciale entre leurs parties intégrantes.

DÉMONSTRATION. Après la théorie que nous avons suivie & développée en détail dans le phénomène de la Cristallisation des sels (123) : il est clair qu'il n'est plus question que de généraliser cette théorie, pour la transporter d'un seul coup à tous les genres de cristallisation possible. Soit donc un Corps quelconque, crystal, ou métal, ou diamant, ou tel autre, qui ait ses parties intégrantes séparées les unes des autres par l'interposition d'un fluide, par exemple, par l'interposition de l'eau, par laquelle elles ont été dissoutes & voiturées dans un même réservoir.

1°. Il est évident que si une portion de ce fluide se dissipe & s'évapore, ces parties intégrantes se rapprocheront entre

elles ; & que la quantité du fluide qui les écarte , diminuant de plus en plus , elles parviendront enfin à se toucher & à s'unir. Elles pourront même se joindre & s'unir : lorsqu'elles feront arrivées à un tel degré de proximité , que la tendance naturelle qu'elles ont entr'elles , fera capable de franchir l'espace qui les sépare.

II°. Si , pendant cette diminution successive du fluide ; elles ont le tems & la liberté de se joindre les unes aux autres par leurs faces les plus analogues : elles formeront des masses d'une figure constante & toujours semblable.

III°. Si la soustraction du fluide interposé se fait si promptement que les parties crystallifables qu'il sépare , se trouvent rapprochées & dans le point de contact , avant d'avoir pu prendre , respectivement les uns aux autres , la position vers laquelle elles tendent naturellement : alors ces parties se joignent indistinctement par les faces que le hasard présente l'une à l'autre dans ce contact forcé : elles forment des masses solides d'une espee déterminée , mais qui n'ont aucune forme déterminée & régulière. C. Q. F. D.

134. APPLICATION. De cette théorie ainsi généralisée ; découle facilement l'explication de tous les genres de Crystallisation.

I°. Les formes régulières du Crystal de roche , des diverses pierres précieuses , des spats , de certaines stalactiques , de la plupart des pyrites , de plusieurs minéraux , de quelques métaux purs , doivent être attribuées au mécanisme qu'on vient d'expliquer : c'est à-dire , à la séparation lente & paisible de l'eau qui charroit & qui tenoit en dissolution les parties integrantes de ces divers corps.

II°. La formation des Perles dans l'Huitre , de la Pierre dans la Vessie , du Bézoard dans l'estomac , dans la tête , dans la vessie , dans les intestins , dans le fiel , dans la vessie de certains Animaux , a la même source & la même origine.

Des sables ou des sels fixes très-fins & très-purs , filtrés à travers les glandes de l'Huitre aux perles , vont se déposer dans certains réservoirs de ce poisson testacée ; s'y unissent & s'y arrangent en liberté selon leur tendance naturelle , ne trouvant pas d'issue pour s'échapper avec le fluide qui les y a voiturés.

Des sables ou des sels fixes moins purs & plus grossiers , filtrés à travers la substance rayonnée des reins , vont se déposer dans la vessie ; & s'y crystallisent , s'ils ne s'échappent pas en liberté avec le fluide qui les y a portés.

Toutes les huitres & tous les hommes n'éprouvent pas de semblables crystallisations : parce que toutes les huitres & tous les hommes n'ont pas des réservoirs propres à opérer

une soustraction du fluide, dépouillée des sables & des sels qu'il tenoit en dissolution.

III°. Les Congelations qu'on admire dans certaines grottes souterraines, ont encore la même origine. L'eau, filtrée à travers les terres & les rocs, arrive goutte à goutte à la surface intérieure de ces grottes, chargée de divers sables très-fins qu'elle tient en dissolution. A mesure qu'elle s'évapore insensiblement, ces sables se rapprochent, s'arrangent librement selon leurs faces analogues; & forment des Crystallisations de différente espece, selon la différence de leurs configurations. (556).

IV°. Les diverses Substances métalliques ont aussi leurs cristallisations propres, qui résultent du même principe. Telle est la fameuse *Etoile* du régule d'antimoine: telles sont certaines ramifications régulières que prennent quelquefois les métaux purs, comme l'or, l'argent, le cuivre.

Quelques Chymistes célèbres ayant tenu successivement les divers métaux en fusion à un très-grand degré de chaleur, & les ayant ensuite fait refroidir avec une extrême lenteur, ont observé que chaque substance métallique s'arrange d'une manière régulière qui lui est propre, & qui ne peut être que l'effet de la tendance qu'ont les parties intégrantes de chaque métal à s'arranger ainsi symétriquement.

L'illustre Reaumur avoit remarqué que l'Antimoine fondu à un feu violent, & refroidi avec une lenteur convenable, prend toujours la forme d'une étoile rayonnante, effet naturel de la tendance qu'ont ses parties à s'arranger ainsi; & tout le mystérieux de cette Etoile merveilleuse, a disparu devant le flambeau d'une saine Physique.

#### IDÉE GÉNÉRALE DE LA VITRIFICATION.

135. OBSERVATION. Le Verre est une composition qui résulte d'un mélange de sable purifié & de divers sels fixes, qu'on réduit en fusion par le moyen d'un feu très-violent. Le sable seul n'est point fusible: les sels fixes, que la Chymie extrait des minéraux & des végétaux, fusibles par eux-mêmes, servent de fondant ou de dissolvant au sable. Une soule de pierres, broyées & purifiées, ont la qualité de *Sables*, qu'on appelle aussi terre élémentaire. Les *Sels fixes*, que leur fixité empêche de s'évaporer & de se dissiper dans l'effervescence, divisés & fondus par la violence du feu, s'insinuent avec impétuosité dans les pores du sable, qu'ils pénètrent & qu'ils divisent dans toutes ses parties: en telle sorte que dans le nombre immense d'éléments qui composent un petit grain de sable à peine sensible, il n'y aura peut-être pas un seul atome du sable, qui ne soit séparé de l'atome voisin par

l'interposition d'un atome du sel fixe. Dans cet état de division & de mélange, où chaque élément du sable est uni & accolé à un élément du sel fixe : cette pâte pénétrée d'un torrent de feu qui la rend souple & flexible, est capable de prendre toutes les formes que l'art veut lui donner, & que le refroidissement lent & ménagé avec précaution durcit & consolide. De cette théorie pratique de la Vitrification, découlent les principales propriétés du Verre.

I°. Le Verre est *fragile* : parce qu'il est composé de particules hétérogènes, qui ont peu d'affinité les unes avec les autres ; qui ne s'unissent & ne s'attachent entre elles que par un fort petit nombre d'angles ou de points peu sympathiques ; qui par là même ne doivent jamais acquérir une liaison & une adhérence bien intime & bien forte.

II°. Le Verre est *transparent* : parce que les particules hétérogènes qui le composent, peu unies ensemble, laissent entre elles comme une infinité de pores ou d'ouvertures, qui donnent par-tout un libre passage à la lumière. Ces pores ou ces ouvertures, infiniment multipliés, présentent en tout sens des sentiers sensiblement droits, qu'enfilent avec liberté les balons ou les rayons comme infiniment petits de la lumière.

III°. Le Verre est un *Crystal artificiel*, incomparablement moins dur que le crystal naturel ou le crystal de roche : parce que le crystal naturel est formé d'éléments homogènes de la terre élémentaire, qui, flottés & divisés par l'eau, s'unissent en liberté par leur attraction mutuelle ; s'appliquent & s'attachent les uns aux autres par des surfaces plus grandes & plus sympathiques ; & acquièrent par là, une adhérence proportionnée à la grandeur & à l'affinité de leurs surfaces unies. (123).

S'il étoit possible d'avoir des feux assez violens pour fondre & pour tenir long-tems en fusion le sable pur, ou la terre élémentaire, sans le secours des sels ou des fondans qu'on est obligé d'y mêler pour en procurer la fusion : il est probable qu'on pourroit faire des *Crystaux artificiels*, dont la beauté & la dureté égaleroit celles des cristaux naturels & des diverses pierres précieuses, qui ne sont que des cristallisations naturelles. La plupart des Crystaux qui servent aux divers usages de la vie, ne sont que du verre, ou des cristaux artificiels.

#### D E R N I E R E P R E U V E .

##### UNE FOULE D'AUTRES PHÉNOMÈNES.

136. OBSERVATION. Nous aurons encore occasion d'ap



percevoir & de sentir l'action & l'influence de la *Loi d'affinité*, ou d'attraction spéciale, dans une foule de phénomènes de toute espèce, que nous aurons à expliquer dans la suite de cet Ouvrage, & qui ne peuvent aucunement résulter de la *Loi d'impulsion* & de la *Loi d'attraction générale*. Nous nous bornerons ici à en indiquer les principaux. Par exemple,

I°. Les grands phénomènes de la Dureté & de l'Elasticité des corps, paroissent dépendre principalement de cette dernière Cause physique, ou de la *Loi d'affinité*: comme nous le ferons voir dans le traité suivant. (221 & 228).

II°. L'ascension des Vapeurs & des Exhalaisons dans l'Atmosphère, qui donne lieu à la formation de tous les Météores, paroît aussi avoir principalement pour cause une attraction spéciale entre l'élément de l'air & l'élément de l'eau, entre l'élément de l'air & certaines exhalaisons terrestres: soit que cette affinité ou attraction spéciale n'exige que la seule contiguïté de ces élémens; soit qu'elle exige quelque intermède, comme la matière ignée ou électrique, pour les disposer à s'attirer plus efficacement & plus puissamment, en formant une affinité compliquée. (87).

III°. Le Mécanisme physique du regne animal, du regne végétal, du regne minéral, paroît aussi dépendre en grande partie de la même *Loi d'affinité* simple ou compliquée: puisque la *Loi d'impulsion* & la *Loi d'attraction générale*, paroissent presque toujours & par-tout insuffisantes, pour rendre raison des phénomènes qu'on observe dans ces trois regnes. (533, 542, 556).

IV°. La même *Loi d'affinité*, paroît aussi se montrer & se faire sentir dans la plupart des expériences sur les couleurs. Pourquoi l'écarlate absorbe-t-elle toutes les espèces de rayons, à l'exception des rouges qu'elle réfléchit: sinon en vertu d'une affinité compliquée, entre cette étoffe imprégnée de l'intermède de sa teinture, & les espèces de rayons qu'elle absorbe? (708).

L'ensemble de ces différens phénomènes a enfin forcé la Physique à admettre, outre la *Loi d'impulsion* & la *Loi générale d'attraction*, une troisième *Loi d'affinité*, ou d'attraction spéciale, affectée au contact ou à une très-grande proximité de certains élémens analogues entre eux.

Quelques Physiciens sont allés plus loin: ils ont cru voir dans la Nature, outre la *Loi d'attraction* dont nous parlons, une *Loi de répulsion*: en telle sorte que les différentes espèces de substances matérielles, sur le point du contact, aient en même tems, relativement à divers élémens, & une force attractive & une force répulsive, indépendantes l'une de

l'autre, & agissant chacune selon des regles ou des loix particulieres qui lui sont propres. Nous allons combattre l'existence de cette Loi de répulsion, qui nous paroît n'avoir aucun solide fondement.

*INUTILITÉ D'UNE LOI DE RÉPULSION.*

137. *ASSERTION.* Il n'est point nécessaire d'admettre des Loix de répulsion dans la Nature.

*DÉMONSTRATION.* Il ne faut point multiplier les causes sans nécessité : c'est-à-dire, sans y être forcé par la nature des phénomènes qui exigent évidemment qu'on suppose & qu'on admette une telle multiplicité de causes. Donc, si l'on peut rendre raison des phénomènes, sans admettre des Loix de répulsion : on doit bannir comme inutiles & redondantes, comme ineptes & fabuleuses, les Loix de répulsion.

Or, on peut rendre raison des divers phénomènes où l'on croit voir une force répulsive, par les Loix communes de l'impulsion & de l'attraction : comme nous allons le faire voir en rapportant à ces Loix de l'impulsion & de l'attraction, les principaux phénomènes par lesquels on s'efforce d'établir ces loix de répulsion. Donc il n'est point nécessaire d'admettre dans la Nature, des Loix de répulsion.

138. *EXPÉRIENCE.* Si l'on expose à la rosée une foule d'échantillons d'étoffes différentes ; on remarque que quelques-unes de ces étoffes, se chargent abondamment de rosée ; que quelques autres en prennent beaucoup moins ; & que certaines n'en prennent point du tout. D'où l'on conclut que la rosée tombant également en tout sens sur la Terre, il faut qu'il y ait dans certaines laines ou dans certaines teintures, une *Force répulsive*, qui empêche la rosée de s'unir & d'adhérer à certaines étoffes. On remarque la même diversité, dans les métaux exposés à la rosée ; & on en tire les mêmes conséquences.

*RÉFUTATION.* Cette expérience prouve l'existence d'une *Loi d'affinité*, ou d'attraction spéciale, & non l'existence d'une Loi de répulsion.

I°. Les étoffes qui se chargent de rosée, ont une *Affinité* avec l'eau, en vertu de laquelle elles humectent sans cesse, ainsi que les sels, les vapeurs répandues dans l'atmosphère ; les retiennent, & se les rendent adhérentes : elles doivent donc être imbibées & chargées de rosée.

II°. Les étoffes qui ne prennent point de rosée, manquent de cette *Affinité* avec l'eau, sans doute à raison des couleurs dont elles sont imprégnées : en conséquence de quoi, elles ne pompent point & ne sucent point les vapeurs de l'atmosphère.

phere. Et si quelques particules de rosée tombent sur elles par leur gravitation : ces particules que cette espece d'étoffe ne se rend point adhérentes , sont sans cesse emportées & dissipées par l'agitation & la circulation de l'air. Ces sortes d'étoffes , doivent donc être sensiblement sans rosée.

On peut dire la même chose des Métaux : qui , à raison du poli ou du mat , de la netteré ou de la crasse de leurs surfaces , deviennent plus ou moins disposés à attirer & à s'attacher la rosée.

139. EXPÉRIENCE II. Dans plusieurs Dissolutions chimiques , on voit des parties s'approcher , & d'autres s'éloigner. D'où l'on conclut qu'il y a des parties qui ont entr'elles une attraction ; & d'autres parties qui ont entr'elles une répulsion.

RÉFUTATION. Cette expérience prouve l'existence des Loix d'attraction & d'impulsion , & non l'existence d'une *Loi de répulsion*.

Deux substances qui ont entr'elles une attraction spéciale , ne peuvent s'unir & se combiner selon leur affinité , sans se déplacer ; sans prendre un mouvement ; sans imprimer leur mouvement de tendance réciproque , aux parties non analogues qui leur sont contiguës ; lesquelles , pressées par leur impulsion , s'échappent , s'ensuient. Delà les apparentes Répulsions , qui ne sont qu'un effet de l'impulsion qu'occasionne l'affinité des parties qui s'attirent.

Les phénomènes de Répulsion , qu'on observe dans le Magnétisme & dans l'Electricité , ont pour cause physique , l'impulsion d'une matiere affluente & effluente : comme tout le monde le fait. Ils ne prouvent donc point l'existence d'une loi de répulsion.

140. EXPÉRIENCE III. Exposez une glace étamée à la lumière du soleil. Vous verrez tous les rayons solaires se réfléchir parallèlement entr'eux , sous un angle égal à celui de leur incidence.

Sur quoi l'on raisonne ainsi. La surface plane de cette glace , examinée avec un microscope , se montre hérissée de concavités & d'élevations. Cette glace ne présente donc point aux infiniment petits balons ou rayons de lumière , un *Plan uni* , capable de les réfléchir parallèlement. Il faut donc que ces rayons lumineux soient réfléchis avant d'avoir touché la surface même de la glace réfléchissante. Il faut donc qu'il y ait entre cette glace & les rayons de lumière , une *Force répulsive* , qui , à une infiniment petite distance , réfléchisse parallèlement ces rayons.

RÉFUTATION. Cette expérience, qui renferme un grand mystere en fait de Physique, n'établit en aucune maniere l'existence des Répulsions.

Il est difficile à la vérité de concevoir comment les rayons de lumiere se réfléchissent parallèlement, à la rencontre d'une surface qui pour eux est peut-être tout aussi peu plane & unie, tout aussi irrégulièrement hérissée d'enfoncemens & d'élévations; que pourroit l'être la surface montueuse de la Terre, pour des boulets de canon lancés parallèlement contre elle.

Mais il ne s'ensuit pas delà qu'il faille admettre, entre la glace réfléchissante & les rayons réfléchis, une *Vertu répulsive* qui fasse rejaillir ces rayons avant que le contact ait lieu: puisque par là on n'explique aucunement le phénomène & on n'évite aucunement la difficulté dont il est ici question. Car puisque les molécules vitrifiées & polies qui forment la superficie de la glace sensiblement plane, ont entr'elles des enfoncemens & des élévations, & comme des montagnes & des vallées: il est clair que les *Points répulsifs* qu'on leur substitue hors de la glace, doivent donner la même inégalité & la même irrégularité de réflexion aux rayons réfléchis, lesquels se réfléchissent sans doute à des distances égales des élémens de la glace, ou des Points répulsifs.

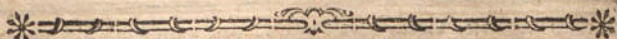
Supposons donc que le *Point de répulsion*, soit à une ligne, ou à un millionieme de ligne, des élémens de la glace. Il est évident qu'une surface intelligible, prise à cette distance des divers points de la glace, seroit une surface tout aussi irréguliere que la glace elle-même. Une telle hypothese, en admettant une *nouvelle Loi* dans la Nature, n'ôte donc pas l'ancienne difficulté, qui reste toute entiere.

#### RÉSULTAT DE TOUT CE DERNIER PARAGRAPHE.

141. COROLLAIRE. Des diverses expériences que nous avons rapportées & expliquées dans tout ce troisieme Paragraphe, il résulte qu'il faut nécessairement, ou renoncer aux lumieres que donne l'expérience sur les Causes physiques; ou reconnoître qu'il y a incontestablement dans la Nature, des *Affinités* ou des *Attractions spéciales* entre certaines substances.

Il y a donc trois Causes primitives, d'où émanent les phénomènes de la Nature matérielle: savoir, l'*Impulsion*, l'*Attraction générale*, & l'*Affinité*, ou l'*Attraction particulière*.





## CINQUIÈME SECTION.

## HOMOGÉNÉITÉ DE LA MATIÈRE.

142. OBSERVATION. **L**A Matière est-elle *homogène* ou *hétérogène* : c'est-à-dire, semblable ou dissemblable dans la nature primitive de ses élémens ? Grand sujet de dispute parmi les Philosophes ! La plus saine partie se décide pour l'Homogénéité. (\*).

I°. Ceux qui se déclarent pour l'*Homogénéité de la Matière*, prétendent que les élémens des divers corps sont intrinsèquement de même nature, & ne diffèrent que par la diversité de leurs masses & de leurs figures : comme un cube de porcelaine, d'une ligne d'étendue, diffère par sa masse, d'un cube de porcelaine de deux lignes d'étendue : comme ce premier cube de porcelaine diffère par sa figure, ou d'un globe, ou d'un cône, ou d'une pyramide, ou d'un cylindre, faits de la même pâte, d'égale ou d'inégale grandeur.

Dans cette opinion, les élémens de l'or, par exemple, sont en eux-mêmes & dans leur substance, de même nature que les élémens de la terre ; & ne diffèrent des élémens terreux, que parce que leurs masses sont plus ou moins grandes, ou que ces masses sont différemment configurées. De sorte que si on donnoit aux élémens de l'or, la même masse & la même figure qu'ont les élémens de la terre ; ces élémens qui composent une masse d'or, sans aucun changement intrinsèque en leur substance & en leur nature, composeroient une masse de terre : & que si les élémens terreux étoient transformés en la même masse & en la même figure qu'ont les élémens de l'or ; ces élémens qui forment une masse de terre, sans aucune altération dans leur substance, formeroient une masse d'or. On peut dire la même chose des élémens qui composent l'eau, la pierre, l'air, la lumière, tous les corps.

II°. Ceux qui se décident pour l'*Hétérogénéité de la Matière*, soutiennent que les élémens des divers corps sont dissemblables, non seulement par leur masse & par leur figure, mais encore par la substance qui les compose : que les élémens de l'or, par exemple, sont d'une pâte ou d'une substance qui ne peut composer que de l'or : en sorte que si

(\*) ETYMOLOGIE. *Homogene*, *ejusdem generis*, de même genre : *d'òmos idem*, & de *γένος genus*. *Hétérogene*, *alterius generis*, de différente espèce : *d'ἄλλος alter*, & de *γένος genus*.

on transformoit cette substance de l'or, en molécules qui eussent parfaitement & la même figure & la même masse qu'ont les élémens de la terre ou de l'air; ces molécules ainsi transformées ne cesseroient point d'être de l'or, ne deviendroient jamais de la terre ou de l'air.

Le grand flambeau de la Physique, l'expérience, nous refuse ici totalement sa lumière: parce que l'étonnante ténuité des élémens primitifs de la matière, les soustrait nécessairement à nos observations, & nous met hors d'état de les contempler en eux-mêmes. Il ne nous reste donc ici, pour nous décider entre ces deux opinions, que la voie des spéculations & des conjectures: voie à laquelle peut recourir la Physique, quand la lumière de l'expérience l'abandonne.

PROPOSITION I.

143. *Il n'y a aucune Preuve d'expérience ou de spéculation, qui établisse l'Hétérogénéité de la Matière: il est donc plus simple & plus raisonnable de n'admettre dans la Nature, qu'une matière homogène.*

DÉMONSTRATION. I<sup>o</sup>. Il n'y a, en faveur de l'Hétérogénéité de la Matière, aucune preuve d'expérience: parce qu'il est impossible d'observer la nature intrinsèque des élémens primitifs de la matière; & que les différences de figure, de couleur, de faveur, de volume, que nous observons dans les masses résultantes de ces élémens primitifs, se concilient tout aussi aisément avec l'homogénéité qu'avec l'hétérogénéité de la matière.

II<sup>o</sup>. Il n'y a, en faveur de l'Hétérogénéité de la Matière, aucune preuve de spéculation: puisque l'immutabilité des métaux parfaits, la variété de l'univers, l'immutabilité des principaux agens de la Nature, qui sont les seules preuves dont on l'étaye, sont très-compatibles avec des élémens d'une matière homogène, auxquels le Créateur auroit donné & des masses & des figures différentes, destinées par son ordre immuable, à n'être jamais enramées & altérées.

III<sup>o</sup>. Il consiste par l'expérience & par l'observation, que l'Auteur & le conservateur de la Nature, a coutume d'agir par des voies également simples & fécondes, sans employer une inepte redondance de causes & de principes; là où suffit une seule cause & un seul principe; & c'est sur cette observation générale qu'est fondé cet Axiome philosophique: *dans l'explication des phénomènes de la Nature, il ne faut point multiplier les Principes sans nécessité.* Donc, pour imiter la Nature, en expliquant sa marche & ses effets, il faut ne point admettre une double espèce de matière, là où une seule &

même espece est suffisante : donc il est plus simple & plus raisonnable de n'admettre dans la Nature, qu'une matiere homogene. C. Q. F. D.

PROPOSITION II.

144. *Une Matiere simplement homogene suffit pour donner une inconcevable diversité d'éléments, propre à expliquer l'admirable variété de la Nature visible.*

DÉMONSTRATION. I°. La Matiere étant à l'infini susceptible d'augmentation & de diminution ; il est évident que l'Auteur de la Nature, avec une matiere simplement homogene, peut faire un nombre quelconque d'éléments, qui différencieront par leur masse, selon toute proportion arithmétique ou géométrique qu'on voudra assigner : en sorte que les moins grands seront aux plus grands, ou comme la suite croissante des nombres naturels 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, &c ; ou comme les quarrés de ces nombres 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, &c ; ou dans d'autres rapports quelconques arbitraires, sans proportion ou avec proportion.

II°. La Matiere ayant un nombre inépuisable de parties, dont chacune peut être diversément figurée : il est évident que l'Auteur de la Nature, avec une matiere homogene, peut former un nombre quelconque d'éléments qui différencieront sans fin par leur configuration. Ceux-là, taillés à facettes polies ou raboteuses, pourront être variés entr'eux à l'infini & par le nombre & par la figure & par la grandeur de leurs faces régulières ou irrégulières. Ceux-ci, convexes ou concaves, branchus ou crochus, pourront encore différencier entr'eux à l'infini & par la multitude & par la maniere de leurs branches, de leurs crochets, de leurs concavités.

III°. Il est évident que d'une telle diversité d'Eléments, peut résulter telle variété qu'on voudra, dans les Composés que produira leur combinaison.

Par exemple, des globules d'une masse comme infiniment petite, seront susceptibles d'une inconcevable vitesse ; seront propres à passer avec une étonnante facilité, par des ouvertures imperceptibles : telle est peut-être la lumiere. Des éléments taillés en cubes ou en paralleloipedes, seront propres, en s'unissant, à laisser moins de vuides entr'eux, à former des masses plus denses : tel pourroit être l'or. Des éléments sphériques ou coniques ou cylindriques, très-lisses & très-polis dans leurs surfaces, seront propres à former des Tous sans adhérence, des fluides : telle est peut-être l'eau. Des éléments branchus, crochus, raboteux, convexes, concaves, s'uniront moins intimement ; laisseront entr'eux

de plus grands vuides ; formeront des masses moins denses : telle est peut-être l'écorce de la plupart des arbres. Un mélange de ces divers élémens, mélange évidemment susceptible d'une infinité de combinaisons & de gradations, sera propre à former divers Mixtes d'une variété quelconque (\*).

Donc une Matière simplement homogène peut donner une inconcevable diversité d'élémens, propre à expliquer l'admirable variété de la Nature visible. C. Q. F. D.

### PROPOSITION III.

143. *Il est vraisemblable que les Elémens de la matière, homogènes par leur substance qui les confond, hétérogènes par leurs modifications qui les diversifient, ont reçu du Créateur, des masses & des figures qui, quoique divisibles en elles-mêmes, ne peuvent être entamés & divisés par aucun Agent créé.*

DÉMONSTRATION. 1<sup>o</sup>. Il est vraisemblable que la Matière est homogène en elle-même & dans la nature : comme on vient de le démontrer (143). Donc la diversité des corps, qui ne résulte point de la substance homogène de leurs élémens, doit résulter des modifications hétérogènes de ces mêmes élémens.

Donc ce qui constitue un Corps dans une espèce, or ou argent, par exemple, plutôt que terre ou eau ; c'est la forme caractéristique de ses élémens : forme qui doit nécessairement dériver & résulter, ou de la quantité de leur masse, ou de la qualité de leur configuration, ou de l'une & de l'autre à la fois.

2<sup>o</sup>. La nature & l'espèce d'un Corps, de l'or, par exemple, étant constituée ou par la masse ou par la configuration de ses élémens, ou par l'une & par l'autre à la fois : il s'ensuit que, pour changer & dénaturer ce corps, il ne s'agiroit que de changer & dénaturer ou la masse ou la configuration de ses élémens ; & que s'il y a des corps qu'aucun Agent créé ne puisse changer & dénaturer, c'est parce que leurs élémens ne peuvent être entamés & divisés par aucun agent créé. Or il y a des Corps qu'aucun Agent créé ne peut changer & dénaturer ; tels que les métaux parfaits, l'eau, l'air, la lumière.

(\* ) NOTE. On peut voir, dans notre Cours complet de Méta-physique, sous les numéros 115 & 120, l'idée que nous y donnons & de la nature & de la transformation des Corps : en y supposant que la Matière est intrinsèquement homogène ; & que la matière d'un corps ne diffère de la matière d'un autre corps, que par la différence de masse & de figure qui se trouve dans les élémens matériels qui les constituent l'un & l'autre.



Quelles horribles tortures la Chymie n'a-t-elle pas fait subir aux Métaux parfaits, sans jamais venir à bout de les dénaturer ! Donc il est vraisemblable que les *Elémens des métaux parfaits*, non-seulement ces élémens qui forment leurs parties constituantes, mais même ceux qui forment leurs parties intégrantes, doivent être naturellement insécables & indestructibles.

Avec quel épouvantable choc les Vagues de la mer, accumulées en montagnes, vont-elles, pendant les tempêtes qui les tourmentent depuis le commencement des tems, se briser contre les rochers écumans qui les captivent ! Avec quelles horribles secouffes la Masse de l'air, si souvent convertie en ouragans furieux, va-t-elle heurter, & les forêts qu'elle déracine, & les maisons qu'elle renverse, & les plaines qu'elle ravage, & les montagnes qu'elle semble devoir ébranler ! Avec quelle inconcevable impétuosité les Balons de lumière, environ un million & demi de fois plus rapides qu'un boulet de canon qui bat en breche (716), vont-ils frapper les divers Corps qui les absorbent ou qui les réfléchissent ! Or l'expérience nous fait voir que ces affreuses secouffes qu'essuient, depuis le commencement du monde, les élémens de l'eau, les élémens de l'air, les élémens de la lumière, n'alterent point ces trois espèces de substances ; lesquelles restent toujours les mêmes, sans changer de nature, sans devenir de jour en jour plus atténuées & plus subtiles. Donc les élémens de l'eau, les élémens de l'air, les élémens de la lumière, doivent être naturellement insécables & indestructibles.

III°. L'expérience nous autorise à juger qu'il y a des corps, tels que les métaux parfaits, l'eau, l'air, la lumière, dont les élémens ne peuvent être naturellement entamés & divisés : aucune expérience ne nous autorise à juger qu'il y ait des corps dont les élémens primitifs, qui forment leurs parties constituantes, puissent être naturellement entamés & divisés. Donc, en jugeant par analogie, des élémens qui se refusent à nos expériences & à nos observations, par ceux qui sont soumis à nos expériences ou exposés à nos observations ; on est bien fondé à penser que les Elémens des divers Corps, sont naturellement insécables & indestructibles.

IV°. Si les Elémens quelconques de la matière, n'étoient pas naturellement insécables & indestructibles : ces élémens qui, par la diversité de leurs masses & de leurs figures forment la variété des corps, devroient par le frottement continuel qu'occasionne l'action permanente de la Nature, ronger & entamer sans cesse leurs angles, leurs éminences,

leurs surfaces ; devoient par la perte de ces angles & de ces points éminens , se convertir tous en élémens plus ou moins parfaitement sphériques : ce qui n'iroit à rien moins qu'à détruire dans son principe , & l'harmonie & la variété & la stabilité de la Nature. Donc l'expérience , qui nous montre comme constante & comme indestructible cette harmonie de la Nature , nous fonde à conclure que les divers élémens des corps quelconques , doivent être naturellement infécables & indestructibles ; & par-là même , incapables d'être entamés & divisés par aucun Agent créé. C. Q. F. D.

146. COROLLAIRE I. Il s'ensuit de là , que tous nos efforts , dans la division des Corps , ne peuvent aboutir qu'à écarter & à séparer des Élémens contigus : sans parvenir jamais à entamer les angles & les masses mêmes de ces élémens primitifs , dont les parties qui les composent , ont entre elles une adhérence comme infinie ; adhérence librement décernée & établie par l'Auteur même de la Nature , pour rendre indestructibles & permanens les divers Principes des corps.

La Combustion , la Putréfaction , la Dissolution , divisent & décomposent les parties intégrantes des Corps : sans en altérer les parties constituantes , qui restent toujours les mêmes après la décomposition. (7).

147. COROLLAIRE II. Il s'ensuit encore de là , qu'il y a peu de lumière & de raison , dans ces prétendus Chymistes par excellence , qui s'occupent du grand Œuvre , ou qui sacrifient & leur tems & leur fortune à la recherche de la Pierre philosophale.

EXPLICATION. S'occuper du grand Œuvre de l'Alchymie , ou chercher la Pierre philosophale ; c'est chercher l'art de convertir les divers élémens qui constituent ou le cuivre ou l'étain ou le plomb ou le mercure ou les différens mixtes quelconques , en élémens de l'or ou de l'argent : art très-vraisemblablement absurde & chimérique dans son objet ; soit que l'on s'en rapporte à l'expérience , soit que l'on consulte la spéculation.

1°. Si l'on s'en rapporte à l'expérience , il paroît qu'on a fait assez de tentatives ruineuses en ce genre , pour être plus que suffisamment fondé à désespérer de tout succès à cet égard , & à définir purement & simplement l'Alchymie : *Ars cæca & improba , cujus principium , vesana cupiditas ; medium , labor fatidus ; finis , ridenda egestas.*

Si la Chymie ne peut détruire & décomposer l'or & l'argent : combien moins pourra-t-elle les composer & les former ! Il est même assez vraisemblable que la Nature elle-même , dans ses laboratoires souterrains , ne forme pas de

nouveaux élémens d'or & d'argent : ainsi que nous l'expliquerons ailleurs. (553).

II°. Si l'on consulte la spéculation : il paroît que dans tout système vraiment philosophique où l'on part du Point fixe de la *Stabilité de la Nature*, soit que l'on suive le sentiment de Zénon, soit que l'on adopte l'opinion de Gassendi, soit qu'on se décide pour le sentiment beaucoup plus vraisemblable que nous venons d'établir ; il faut toujours admettre une vraie indestructibilité dans les Elémens primitifs de la Matière. (145).

S'il étoit possible de faire prendre aux élémens des différens Corps, & la même masse & la même configuration qu'ont les élémens de l'or ou de l'argent : ces divers Corps pourroient être transformés & convertis en Or ou en Argent. Mais l'expérience de tant de siècles, après tant d'efforts vainement réitérés, annonce suffisamment qu'il n'est point donné aux hommes d'opérer une telle métamorphose ; & la stabilité de la Nature, stabilité discernée par le Créateur, exige nécessairement qu'une telle métamorphose soit absolument impossible à tous les efforts des agens créés : sans quoi les Agens créés, en altérant les *Elémens primitifs des Corps*, pourroient détruire l'harmonie de la Nature, & renverser l'ordre établi par le Créateur.

#### OBJECTIONS A REFUTER.

148. OBJECTION I. La principale Preuve sur laquelle on fonde l'homogénéité de la Matière, c'est la riche & féconde simplicité qu'on suppose à l'Auteur de la Nature, dans l'exécution de ses desseins. Mais est-il bien décidé que l'Auteur de la Nature agisse, comme on le prétend, par les voies les plus simples & les plus générales ? L'Auteur de la Nature se montreroit-il & moins riche & moins grand dans ses œuvres, en prodiguant les principes, qu'en épargnant les principes, pour multiplier & varier les effets ? D'ailleurs, il étoit plus simple de produire le monde en un seul instant, que de le produire en six jours ; & cependant le Créateur se décida à employer six jours, au lieu d'un instant, pour le grand œuvre de la Création. C'est donc sans fondement que l'on suppose que l'Auteur de la Nature agit par les voies les plus simples & les plus générales.

RÉPONSE. I°. Il nous consiste *par la Raison*, que l'Auteur de la Nature, essentiellement libre dans ses œuvres, n'est point nécessaire à agir toujours selon les voies que nous jugeons les plus simples. Nous reconnoissons donc qu'il peut absolument s'en écarter, quand il lui plaît, pour des motifs dignes de sa sagesse.

II°. Il nous conte par une autorité infaillible, par la Révélation, qu'il a plu au Créateur d'employer six jours, au lieu d'un seul instant, au grand ouvrage de la Création : soit pour donner plus de majesté & de sensibilité à cet ineffable événement, en lui donnant une durée & une étendue qui le met plus en prise à notre imagination & à notre intelligence, qui nous met plus à portée de le suivre & de l'admirer ; soit pour quelque autre motif plus sublime & plus profond, que sa sagesse avoue, en même tems qu'elle nous le cache.

III°. Il nous conste par l'Expérience, que l'Auteur de la Nature, essentiellement libre dans ses œuvres, a choisi de préférence les voies les plus simples & les plus fécondes, pour conserver & pour perpétuer la Nature : puisqu'une même Gravitation attire tous les corps vers leurs centres, & opere tous les phénomènes qui peuvent en résulter ; puisqu'une même Elasticité met en jeu toute la masse de l'air, & produit tous les effets qui peuvent en découler ; puisqu'un même Feu élémentaire affecte tous les êtres sensibles, qu'il met, qu'il écarte ou qu'il rapproche, qu'il réunit ou qu'il divise, qu'il entretient ou qu'il détruit, selon la quantité de son action.

D'où nous concluons que, puisque l'Auteur de la Nature agit communément & constamment par les voies les plus simples & les plus fécondes, & qu'aucune raison ne démontre qu'il se soit écarté de cette manière grande & sublime dans la production des Elémens de la matière ; il ne faut point admettre une multiplicité d'espèces différentes de Matière, là où une seule espèce de Matière est suffisante.

IV°. L'Auteur de la Nature ne se montreroit pas moins riche, mais il se montreroit moins sage, en prodiguant les causes & les principes sans raison : comme un Artiste se montreroit moins sage & moins habile, en multipliant les ressorts & les rouages, pour mouvoir une machine qui n'en exigeroit qu'un seul.

Or, quelle raison peut-il y avoir d'employer constamment & persévérément dans la Nature, une inutile redondance de causes & de principes ; là où une seule cause ou un seul principe est nécessaire & suffisant ? Donc la preuve ou la raison par laquelle nous établissons l'homogénéité de la matière, est une raison très-philosophique & très-solide.

149. OBJECTION II. Comment concevoir & comment se persuader qu'un Corps dur & pesant, tel que le marbre & le chêne, soit composé de la même matière qu'un corps léger & fluide, tel que l'air & la lumière ? Des propriétés si diffé-

rentes n'annoncent-elles pas évidemment une différence de substance dans ces corps ?

RÉPONSE. I°. L'Air, qui paroît léger, a une pesanteur réelle, proportionnelle à la quantité de ses molécules : comme nous le démontrerons ailleurs. L'air, qui paroît sans résistance, quand il a une libre issue pour s'écarter ou pour s'échapper, montre sensiblement sa résistance, quand on enfonce perpendiculairement dans l'eau un grand gobelet de verre renversé, sous lequel on a mis un petit morceau de liege pour marquer l'élévation de l'eau dans l'intérieur du verre. Cette masse fluide d'air, renfermée entre l'eau & l'intérieur du verre, quoique peu matérielle, est pourtant composée de parties réellement solides & impénétrables, qui occupent exclusivement un espace ; qui résistent efficacement à l'eau, & l'empêchent de s'élever jusqu'au fond du verre ; qui, flexibles & élastiques, peuvent bien se réduire à un moindre volume, mais dont le volume ne peut jamais être réduit à zéro.

Un pied cube d'air n'est environ 800 fois moins pesant & moins résistant qu'un pied cube d'eau ; que parce qu'un pied cube d'air, a une quantité de matière environ 800 fois moindre qu'un pied cube d'eau. Donc, en rassemblant dans l'espace d'un pied cube, 800 fois autant de molécules d'air, qu'il y en a dans un pied cube d'eau : on en feroit une masse aussi dense que l'eau, plus dense que le sapin & le chêne qui flottent sur l'eau.

II°. La Lumière, composée d'éléments d'une ténuité & d'une vitesse inconcevables, réunie & concentrée par le moyen d'un miroir ardent en un même foyer, fond l'or, enflamme le bois, divise & calcine les corps les plus compacts & les plus résistans. Donc la matière de la lumière, a une masse qui, multipliée par sa vitesse, donne une force motrice ou une somme de mouvement : donc une quantité considérable de cette matière, réunie en un même tout & dépouillée de son mouvement, pourroit former une masse solide, résistante, palpable, impénétrable, gravitante ; comme les divers corps sensibles.

III°. Pourquoi donc cette matière de l'air ou de la lumière, rassemblée en quantité considérable, & transformée en molécules parfaitement semblables aux molécules de l'or ou du marbre, ne pourroit-elle pas opérer les mêmes effets que produit l'or ou le marbre ? Et si la matière de l'air ou de la lumière, par le moyen d'une grande condensation, par le moyen de quelques modifications différentes, peut produire les mêmes effets que produit l'or ou le marbre : sur quel fondement peut-on prétendre que la matière qui com-

pose l'air ou la lumière, l'or ou le marbre, diffère réellement dans ces divers corps, autrement que par la diversité de ses modifications ?

IV°. Tout le monde fait que le *Diamant* s'évapore & se volatilise tout entier au grand feu, sans laisser aucun vestige de sa substance : comme on peut s'en convaincre par une foule d'expériences rapportées dans la gazette de France de 1771, page 280. Si l'on pouvoit voir les élémens du diamant ainsi volatilisé : croiroit-on que cette nuée infiniment subtile fût propre à former, par sa réunion, un corps tel que le diamant ? Quelle accablante observation pour ceux que pourroit encore révolter ici l'idée d'une Matière homogène ! On peut dire la même chose de l'or volatilisé par le feu du miroir ardent.

150. OBJECTION III. Une des principales preuves qu'on apporte en faveur de l'insécabilité des élémens, c'est l'immuabilité des Métaux parfaits. Mais cette prétendue immuabilité n'est-elle pas détruite & démentie par les expériences rapportées dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, sous les années 1702 & 1707 ? Voici la manière & le résultat de ces expériences.

Thschirnaus ou Thschirnausen, Gentilhomme de Luface, trouva l'art, vers la fin du dernier siècle, de fondre de grandes *Loupes de verre*, de trois ou quatre pieds de diamètre, sans stries & sans bulles d'air. Le fameux duc d'Orléans, qui aimoit les Sciences & les Arts, au moins autant que les plaisirs, se procura une de ces loupes merveilleuses, dont la Maison d'Orléans accorde l'usage à l'Académie des Sciences. Cette Loupe, exposée au soleil dans un des beaux jours d'été, concentre en un même foyer une immense quantité de rayons, qu'on réunit encore davantage par le moyen d'une petite lentille de verre, & dont l'activité surpasse de beaucoup l'activité des fourneaux les plus ardens qu'on ait pu mettre en usage jusqu'à présent.

Si on place sur un charbon, un morceau d'or exposé au foyer de cette Loupe, ou de ce Miroir ardent : à l'instant cet or se fond, bouillonne, pétille, jaillit en petits globules liquides qui s'élancent à sept ou huit pouces de distance ; & qui, reçus sur une feuille de papier, présentent à l'œil, une poudre d'or très-fine. Quand l'or est devenu liquide, si on l'éloigne un peu du foyer de ce Miroir ardent : une partie de cet or s'évapore en fumée jaune ; l'autre partie reste & se convertit en verre, en un verre dont la couleur ressemble à celle de l'or, mais dont la pesanteur plus grande que celle du verre ordinaire, est beaucoup moindre que celle de l'or même. Donc les *Elémens de l'or*, sont entrainés & dé-

naturés dans cette expérience : donc les élémens de l'or , ne font point infécables & indestructibles.

RÉPONSE. Cette expérience ne prouve rien contre l'infécabilité des élémens de la matiere, pour deux raisons : d'abord , parce qu'il n'est point décidé que ce soient les élémens mêmes de l'or qui se convertissent en verre : ensuite , parce que quand même il seroit sûr que ce sont les élémens de l'or qui se convertissent en verre ; il ne s'ensuivroit pas que les élémens de l'or aient été entamés & tronqués en eux-mêmes.

1°. *Il n'est pas démontré que ce soient les Elémens mêmes de l'or , qui se convertissent en verre.* Ce Verre peut se former par le moyen des *Particules terreuses & salines* , que la chaleur fait exhiler du sein du charbon & des corps voisins qu'on emploie pour l'expérience ; ou qui déjà répandues dans la masse de l'air , se précipitent continuellement avec le torrent de l'air dans le sein de la matiere bouillonnante , pendant tout le tems de l'expérience.

L'or , placé au foyer du Miroir ardent , jaillit en particules plus sensibles , emportées par une chaleur plus violente. L'or , un peu écarté de ce même foyer & exposé à un feu moins violent , continue à bouillonner & à jaillir en particules plus insensibles , qui forment le torrent de fumée en laquelle il s'évapore. Pendant l'expérience où l'or écarté du foyer s'exhale en fumée ; les élémens de l'or se dissipent en particules imperceptibles , divisées & emportées par l'action du feu , sans être décomposées & dénaturées ; & en leur place se substituent des sables & des sels , volatils par le torrent de l'air , qui s'accumulent successivement dans la matiere bouillonnante , & que l'action du feu y vitrifie. (564).

De-là la formation du Verre qu'on trouve en la place de l'or , après l'expérience. Ce Verre ainsi formé est plus pesant que le verre ordinaire : parce qu'il retient une quantité considérable de molécules d'or non-dénaturées , que les sables & les sels arrêtent & captivent dans leurs concavités ; & de qui ces sables & ces sels vitrifiés empruntent la couleur d'or qui les caractérise. (135).

Ce qui arrive à l'or , arrive à peu près de même à l'Argent , dans la même expérience. Un morceau d'argent placé sur un charbon & exposé au foyer du Miroir ardent , se fond , bouillonne , pétille , & jaillit en petites gouttes. Un peu écarté du foyer de ce même miroir , il s'évapore en fumée ; & sur sa surface liquide il présente comme une petite poussiere vitrifiée , qui s'évapore & se dissipe à mesure qu'elle se forme , & qui par-là même ne laisse point

une masse vitrifiée qu'on puisse observer après l'expérience. Il est probable que cette poussière vitrifiée, que l'œil découvre sur la surface de l'Argent liquide, est le résultat des sables & des sels que le torrent de l'air précipite sans cesse dans la matière bouillonnante, & que la violence du feu vitrifie à mesure qu'ils y arrivent.

Mais pourquoi cette matière vitrifiée se dissipe-t-elle dans l'expérience de l'Argent, tandis qu'elle reste & qu'elle se forme en masse subsistante dans l'expérience de l'Or ? Question totalement étrangère & absolument indifférente à la matière présente ! On peut soupçonner, dans la matière de l'Or, ou une affinité, ou une viscosité, ou une propriété quelconque, capable de retenir & de fixer les sables & les sels vitrifiés, laquelle ne se trouvera pas de même dans la matière de l'Argent.

Le Miroir ardent opere à peu près les mêmes phénomènes sur la Platine, le plus réfractaire de tous les métaux.

II°. *Quand même il seroit sûr que les élémens de l'or se convertissent en verre : il ne s'ensuivroit pas de-là que les élémens de l'or aient été entamés & tronqués en eux-mêmes.* Dans l'hypothèse où la substance même qui compose l'or, est convertie en verre : les Métaux parfaits, ainsi que les autres substances métalliques, sont de vrais Mixtes, dont le phlogistique & la terre élémentaire seront les deux principales parties constituantes (130).

La Terre élémentaire des métaux parfaits, privée de son Phlogistique qui s'évapore en fumée, est réduite à la simple qualité de terre, devient propre à être vitrifiée comme la terre des autres substances métalliques : ce qui n'annonce dans l'Or vitrifié, ainsi que dans le plomb vitrifié, qu'une simple décomposition ou séparation de ses deux constitutifs, & l'introduction de divers sels fixes entre les élémens de la terre élémentaire ; sans aucune altération dans les molécules primitives de cette terre élémentaire.

151. OBJECTION IV. On invente tous les jours de nouvelles machines & de nouveaux instrumens propres à augmenter l'activité de la Nature. Comment prouver qu'on n'inventera pas un jour des instrumens & des machines qui décomposeront les *Elémens primitifs des corps*, ou les molécules primitives qui sont leurs parties constituantes, & qui, par leur mélange & leur combinaison, forment leurs parties intégrantes ? Comment prouver que la Chymie, qui sépare & décompose ces parties intégrantes, ne parviendra pas un jour à séparer & à décomposer les parties mêmes constituantes, qui sont aussi de petits tous composés d'une infinité de



parties (62) ? Donc , quoique les élémens primitifs des corps aient résisté jusqu'à présent à tous les efforts des agens créés, il ne s'ensuit pas que ces élémens primitifs ne puissent point absolument être entamés & divisés par les Agens créés.

RÉPONSE. Il est vraisemblable que l'action de la Nature ne fera jamais plus grande qu'elle a été jusqu'à présent : il est vraisemblable que les Agens créés n'inventeront jamais des instrumens qui surpassent en activité, l'activité de la Nature dans les embrasemens des villes, dans les éruptions enflammées des volcans, dans les épouvantables phénomènes de la foudre & des tremblemens de terre, dans les violentes & permanentes secousses des flots, des ouragans, de la lumière.

Donc il est vraisemblable que l'action des Agens créés, qui a été jusqu'à présent insuffisante pour altérer la Nature dans les élémens primitifs dont elle est composée, ne viendra jamais à bout d'opérer, dans ces élémens primitifs, une altération qui iroit à détruire & l'harmonie & la stabilité de la Nature.

152. OBJECTION V. Les élémens des corps s'alterent sans cesse, se décomposent & se recomposent chaque jour. Les élémens du bois, par exemple, se décomposent, par la combustion ou par la putréfaction, en élémens de terre, de feu, d'eau, d'air, de divers sels. Ces élémens décomposés, répandus dans le sein ou de la terre ou de l'atmosphère, vont se recomposer en d'autres élémens, destinés à former de nouveaux corps, minéraux, végétaux, animaux. Donc l'*Insécabilité des Elémens*, est diamétralement opposée à toute la théorie de la Nature.

RÉPONSE. 1°. La *Combustion*, ou la *Putréfaction*, altere & détruit le Composé; sans altérer les parties primitives qui forment le composé : elle décompose & dénature les parties intégrantes d'un Mixte, sans décomposer & dénaturer les parties constituantes de ce mixte.

Soit un petit atome de bois, formé par un mélange caractérisé de parties terreuses, salines, ignées, aériennes, aqueuses! Que fait la combustion ou la putréfaction sur cet atome? Elle divise & sépare les particules hétérogènes qui, par leur réunion & leur assortiment, déterminent cet atome à être bois, plutôt que marbre: mais elle n'entame point les élémens primitifs, qui sont les parties constituantes de cet atome. Les molécules d'air, de feu, d'eau, de terre, que la décomposition extrait de cet atome de bois, sont hors du Composé, précisément ce qu'elles étoient dans le composé, au mélange près.

Si je mêle ensemble de l'eau, de l'huile, du vin: il en

résultera un mélange caractérisé, où ces trois liqueurs qui le constituent, conservent chacune leur nature. La séparation de ces trois liqueurs détruira la nature du mélange, & non la nature des trois constitutifs qui forment le mélange. Il en est de même du mélange naturel, qui forme un Mixte. Les parties constituantes conservent leur nature pendant la composition; & la décomposition ne fait que les dégager des particules hétérogenes auxquelles elles étoient unies.

II°. Les élémens primitifs des corps, que la combustion ou la putréfaction divise & sépare, répandus & dispersés dans la masse ou de l'air, ou de l'eau, ou de la terre, vont former de *nouveaux Mixtes*, ou d'une nature semblable, ou plus souvent encore d'une nature différente: ce qui annonce, dans ces élémens primitifs, non de nouvelles masses & de nouvelles configurations, mais simplement de nouvelles aggrégations, de nouveaux assortimens, de nouvelles combinaisons, de nouveaux mélanges, qu'occasionnent ou les différens degrés d'affinité qui les attirent, ou les différens impulsions qui les meuvent, ou les différens véhicules qui les voient, ou les différens canaux qui leur donnent ou qui leur refusent passage. (542).

Soit un arbre quelconque, un Cerisier, par exemple; dans un verger planté de cent especes différentes d'arbres fruitiers! Ce cerisier n'a pas une égale affinité avec tous les élémens qui avoisinent ses racines & ses pores: il attirera donc plus puissamment & plus abondamment certains élémens, que certains autres élémens. Les pores & les canaux internes de ce cerisier, soit dans ses racines destinées à pomper les suc de la terre, soit dans ses branches & dans ses feuilles destinées à fucer les vapeurs de l'atmosphère, n'offrent pas une entrée également facile à tous les élémens qui se présentent à leurs orifices: il donnera donc & plus facilement & plus copieusement entrée à certains élémens, qu'à certains autres élémens.

De-là, la différence de ses feuilles, de ses branches, de son écorce, de son tronc, de ses fruits: différence qui vient de ce que ce cerisier se forme & se féconde par un mélange d'élémens primitifs, différent du mélange qui forme & qui féconde le pommier ou le poirier qui végete & qui fructifie à ses côtés.





# ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE.

## SECONDE TRAITÉ.

### THÉORIE GÉNÉRALE DES CORPS.

153. OBSERVATION. **C**ONNOÎTRE la nature des Corps: c'est connoître & les *Principes* qui les constituent & les *Propriétés* qui les caractérisent.

C'est sous ce double point de vue que nous allons examiner les *Corps en général*: sans nous attacher encore à aucune espèce isolée de corps en particulier.

### PREMIÈRE SECTION.

#### PRINCIPES DES CORPS.

154. OBSERVATION. **L**A Philosophie a reconnu de tout tems, que la plupart des *Corps naturels* peuvent être réduits, par la décomposition, en d'autres substances moins composées, assez semblables entre elles, & à peu près toujours les mêmes, de quelque nature que soit le Composé dont on les sépare.

Cette importante observation a donné lieu de croire que les diverses espèces de corps qui composent la Nature visible, n'étoient que des résultats d'un petit nombre de substances plus simples, dont les divers assortimens formoient la diversité de tous les corps, simples ou composés: les corps simples ne renfermant qu'une seule & même espèce de ces

Substances primitives ; les corps composés résultant d'un mélange de ces diverses substances primitives.

155. DÉFINITION. Ces substances plus simples, en les supposant réduites à leur dernière décomposition naturelle, c'est ce que l'on nomme *Principes des Corps*.

Le nombre & la qualité de ces substances plus simples, ou de ces principes des corps, ont toujours partagé & partagent encore les Philosophes en différens sentimens, que nous allons exposer.

PREMIER SENTIMENT : LES QUATRE ELÉMENS  
D'ARISTOTE.

156. EXPLICATION. Aristote, ce vaste & profond génie, qui répandit sur la Philosophie quelques nuages & de grandes lumières ; qui, embrassant à la fois tous les genres de connoissances, créa les loix de la Dialectique, fixa les regles du goût dans l'Eloquence & dans la Poésie, connut la Nature aussi parfaitement qu'elle pouvoit être connue de son tems ; mais qui, par son accablante réputation, donnant le ton à son siecle & aux siècles suivans, eut le malheur de prendre un empire despotique sur la Raison, & de mériter d'être aveuglé par des Disciples d'un génie opaque & brouillé avec le sens commun, capables d'avilir & de ridiculiser le plus grand Maître : Aristote admit pour *Principes des Corps*, une matiere homogène, divisée en quatre especes d'élémens primitifs, uniquement différenciés par la diversité de leurs masses & de leurs configurations qui en faisoient comme la forme caractéristique & déterminatrice. Ces quatre Elémens primitifs sont l'*Air*, la *Terre*, l'*Eau*, le *Feu*. (187).

On sera sans doute étonné, qu'après les observations & les découvertes modernes des Boyles, des Hales, des Becher, des Stahl, des de Buffon, de tous les plus célèbres Physiciens & Chymistes des derniers siècles, on soit réduit à admettre à présent comme principes des corps, les quatre Elémens qu'Empedocle & Aristote avoient indiqués comme tels, si long-tems avant qu'on eût les connoissances de Chymie nécessaires pour constater une telle vérité.

En effet, de quelque maniere que la Chymie analyse & décompose les Corps, elle ne peut jamais en extraire que ces quatre substances. Elles ne viennent pas d'abord pures & simplifiées, dégagées & séparées les unes des autres, dans les premières décompositions. Mais les divers résultats des premières décompositions, soumis à de nouvelles analyses, n'aboutissent qu'à dégager & à séparer plus ou moins parfaitement ces quatre especes de Substances qui, sans être peut-être simples en elles-mêmes, sont pourtant le dernier terme

de l'analyse chymique: enforte que l'art n'en peut donner aucune ultérieure décomposition.

SECOND SENTIMENT: LA MATIERE PREMIERE ET SECONDE DU PÉRIPATÉTISME.

157. EXPLICATION. Les Péripatéticiens, défigurant sans doute la doctrine d'Aristote leur maître, admettoient pour Principes des Corps, une matiere premiere & une matiere seconde.

I°. Ils concevoient la *Matiere premiere*, comme un sujet vague & indéterminé, qui n'avoit par lui-même aucune forme déterminatrice, mais qui étoit capable de recevoir toutes les formes déterminatrices possibles.

Ce sujet vague & indéterminé venoit-il à recevoir une *Forme substantielle* quelconque, par exemple, la forme substantielle propre de l'air, ou de l'eau, ou du bois, ou de la pierre, ou de la lumiere? A l'instant ce sujet vague & indéterminé, auparavant matiere premiere, devenoit *Matiere seconde*, matiere caractérisée dans une espece déterminée, air, eau, bois, pierre, lumiere: selon la nature de la forme substantielle qui lui étoit appliquée & unie.

II°. Selon les Péripatéticiens, les *Principes des Corps*, étoient une matiere homogene, diversifiée & caractérisée dans les différens corps par la diversité des formes substantielles qui en étoient comme l'ame. Chaque espece de corps, chaque espece d'élément, avoit sa forme substantielle à part, différente ou distinguée de la forme substantielle de tout autre corps: comme l'ame d'Alexandre étoit distinguée de l'ame de Porus, & différente de l'ame de Bucéphale.

III°. Différens des hommes & des brutes, mais animés comme eux, les Végétaux avoient chacun une *Ame végétative*, qui présidoit à leur formation, qui choisissoit à propos parmi les divers suc de la terre, ceux qui convenoient à la nature de l'individu dont elle faisoit partie. Un sauvageon enté avoit, outre son ame primitive, l'ame de l'ente qui lui étoit implanté & incorporé. Par-là, il produisoit des fruits d'une meilleure saveur: parce que deux ames faisoient mieux dans lui, que n'eût fait une seule ame. (542 & 544).

IV°. Les divers résultats de cette *Matiere premiere* & de ces *Formes substantielles*, avoient différentes propriétés, dont on n'assignoit aucune cause: ces propriétés, résultantes de la matiere premiere & de la forme substantielle qui lui étoit unie dans chaque espece de corps, c'est ce qu'ils nommoient *Qualités occultes*. Par exemple, l'eau rafraichissoit: parce que la forme substantielle de l'eau avoit une qualité occulte réfrigérante. Le bois s'enflammoit: parce que la forme substantielle

rantielle du bois quelconque , avoit une qualité occulte combustible.

Le grand vice des *Formes substantielles* & des *Qualités occultes* du Péripatétisme , c'est d'être un je ne fais quoi qu'on ne pouvoit ni définir , ni concevoir ; & qu'on faisoit absurdement servir à expliquer tout ce qu'on vouloit , sans rien expliquer en effet. (*Mét.* 99 & 808).

158. REMARQUE. Ce qui donna lieu à cet absurde délire du Péripatétisme , c'est sans doute une bévue stupide qui lui fit confondre la *Matiere envisagée dans un état d'abstraction* , avec la *Matiere telle qu'elle existe en elle-même* & dans la Nature.

La *Matiere* , envisagée dans un état d'abstraction , ou considérée simplement comme *matiere* , ne présente à l'esprit , aucune espèce de corps déterminée. Voilà la *Matiere premiere* du Péripatétisme : *matiere* qui , dans cet état d'abstraction , n'existe & ne peut exister qu'en image dans les idées précieuses ; *matiere* qui , dans les divers corps , existe nécessairement avec des qualités spécifiques , dont l'esprit peut faire abstraction , en la concevant , mais dont l'esprit ne peut la dépouiller en réalité. (*Mét.* 218 & 228 ).

Cette *Matiere* , homogène par sa nature , mais toujours & par-tout essentiellement *matiere* , n'a aucun besoin de *Formes substantielles* , pour former différentes espèces de corps : il ne lui faut pour cela que des modifications différentes. (144).

Je puis penser à un Triangle en général , sans fixer ma pensée au triangle équilatéral , au scalene , à l'isocèle : mais il faut pourtant qu'un triangle qui existe , soit l'un de ceux-là. De même je puis penser à la *Matiere* en général , sans la concevoir comme eau , comme feu , comme air , comme terre , & ainsi du reste : il n'y a aucune *matiere* qui ne soit quelque chose de cela. Une *Matiere générique* & indéterminée , une *matiere premiere* , qui ait besoin d'une forme quelconque pour être *matiere seconde* , est une rêverie & une absurdité.

TROISIEME SENTIMENT : LES ATOMES ÉTENDUS  
OU INÉTENDUS.

159. EXPLICATION. Les Principes primitifs des différens Corps , ne sont autre chose que des Atomes étendus & indivisibles , selon Démocrite , Epicure & Gassendi ; que des Atomes inétendus ou des Points physiques , selon Zénon ; que des Monades simples , inétendues , dissemblables & actives par leur nature , selon Leibnitz.

Comme nous avons déjà exposé & renversé tous ces systè-

mes, en traitant de la divisibilité de la Matière : nous nous abstiendrons d'en donner ici une nouvelle & inutile réfutation. (46, 53, 55).

QUATRIÈME SENTIMENT : LES PARTICULES  
SIMILAIRES D'ANAXAGORE.

160. EXPLICATION. Anaxagore, natif de Clafomene, dédaignant les absurdes systêmes des anciens Philosophes, qui n'admettoient, pour la formation de l'Univers, qu'une aveugle Matière & un aveugle Hasard, imagina son *Homéométrie*, ou son systême des particules similaires.

I°. La Matière, dit Anaxagore, n'étoit d'abord qu'une masse brute, qu'un informe chaos. La suprême Intelligence, qui aime essentiellement l'ordre & la perfection, travailla sur cette matière brute & informe, & en fit une foule d'especes différentes d'éléments : en telle sorte que les éléments de chaque espee, différens des éléments de toute autre espee, furent tous parfaitement semblables entr'eux.

Tels sont, selon cet illustre Philosophe, les principes des Corps. Ces Elémens similaires, taillés avec un art infini dans leur inconcevable ténuité, ont entr'eux une *Attraction réciproque*, ou une tendance naturelle, qui les emporte les uns vers les autres avec des forces parfaitement égales ; & en vertu de laquelle ils semblent empressés de s'unir ensemble, de s'éloigner des éléments dissimilaires, & de former par leur concours, des Touts de leur espee.

II°. C'est d'après cette hypothese, qu'Anaxagore entreprend d'expliquer le grand mystere de la formation & de la reproduction des corps. L'Univers, d'abord formé sous la direction de cette suprême Intelligence qui en tailla & en prépara les principes, se conserve & se perpétue par l'Attraction permanente de ces principes indestructibles. Un Corps animal, le Corps humain, par exemple, se forme ou s'entretient : parce que les alimens dont il se nourrit, renferment des particules parfaitement similaires aux parties integrantes de son sang, de ses veines, de ses os, de ses nerfs, de ses muscles, de sa peau, de ses esprits vitaux, de ses cartilages, de ses ongles, de ses cheveux ; & ainsi du reste. Ces *Particules similaires*, mêlées & confondues dans la masse des alimens, vont naturellement s'unir aux parties du corps humain, avec lesquelles elles ont de la ressemblance.

III°. Ce Corps humain vient-il à se décomposer par la mort & par la putréfaction ? Les éléments qui le composent, après s'être répandus dans la terre ou dans l'atmosphère, toujours indestructibles & inaltérables, s'assemblent dans les

parties des animaux & des végétaux avec lesquelles ils ont de l'analogie, & par le moyen desquelles ils iront de nouveau nourrir & former de la même manière, & par le même mécanisme, les générations suivantes. L'Enfant qui vient d'être conçu, leur devra son développement & son accroissement : l'Homme mûr leur devra la réparation permanente de ses pertes, & l'entretien constant de sa vigueur.

IV°. Il en est de même des autres corps. Un germe de chêne, par exemple, placé dans le sein d'une terre favorable, se convertit peu à peu en arbre : parce que la terre où il se développe, lui fournit successivement des particules analogues & à son tronc & à son écorce & à ses feuilles & à ses fruits ; lesquelles particules, en vertu de leur Attraction spéciale, s'unissent & s'attachent sans cesse aux parties similaires de ce germe plus ou moins développé, & le portent à la fin à son entier accroissement.

L'Esprit humain pouvoit-il, au tems d'Anaxagore, imaginer rien de plus beau qu'une telle Hypothèse ? Si l'on n'y voit pas encore la vraie Physique complètement débrouillée & simplifiée : on y voit déjà, outre l'action d'un Dieu Auteur de la Nature, le germe de l'Attraction du grand Newton, le germe des Affinités des chymistes, le germe des Molécules organiques du célèbre de Buffon.

CINQUIEME SENTIMENT : L'EAU PRINCIPÉ DE TOUT,  
SELON THALÈS.

161. EXPLICATION. Thalès, natif de Milet, le premier des sept sages de la Grece, & le chef de l'Ecole Ionienne, enseigna que l'eau est le principe de tous les Corps. Il fondeoit son sentiment sur ce que les corps, en se décomposant, se réduisent en vapeurs ; les vapeurs en pluie ; la pluie en plantes & en fruits.

Cette opinion de Thalès, étoit tombée depuis long-tems dans le discrédit & dans l'oubli : la fameuse expérience de Van-Helmont faillit la remettre en vogue. Ce Batave prit une certaine quantité de terre ; la fit sécher dans un four bien chaud ; la pesa ; la plaça dans un vase isolé ; & y planta un rameau de saule, qui exposé à l'air & arrosé à propos, devint un arbre. L'arbre fut ensuite arraché ; & la terre, séchée & pesée comme auparavant, se trouva n'avoir rien perdu de son poids.

De-là, Van-Helmont conclut que l'eau seule avoit formé ce saule. Mauvaise conclusion ! Il s'ensuit simplement de cette expérience, qui a été répétée depuis avec plus d'exactitude par d'autres Physiciens, mais qui est toujours à peu



près la même relativement à l'induction qu'en tiroit Van-Helmont, que *l'Eau & l'Air sont le véhicule commun des diverses substances, ou des divers principes, qui entrent dans la composition des Corps.*

I°. L'Eau est peut-être le plus simple & le plus inaltérable de tous les corps : du moins les Chymistes, qui ne peuvent en aucune manière la décomposer, la mettent au nombre des principes primitifs & indestructibles. Les petites portions de terre qu'on en extrait par le moyen des filtrations ou des distillations, sont regardées avec raison comme une substance qui lui est mêlée & qui est étrangère à sa nature.

Il est donc absurde de penser que l'Eau se décompose, se change en terre, en sels, en une foule de principes différens, pour former les Corps terrestres.

II°. L'Eau a une *Affinité marquée* avec une foule de substances étrangères à sa nature (108) : elle s'en saisit ; elle les tient en dissolution ; elle les entraîne avec elle à travers les canaux des Végétaux ; & les y dépose, en s'évaporant insensiblement dans l'air, avec lequel elle a aussi une affinité simple ou compliquée.

III°. L'Air a aussi à son tour une grande Affinité avec une foule d'exhalaisons qu'il enlève à la terre, qu'il unit à ses molécules, & qu'il élève à une hauteur plus ou moins grande.

L'Eau qui occupe les pores extérieurs des plantes, attire les exhalaisons répandues dans l'air, & les entraîne dans l'intérieur des substances végétales : ou circulant en sève ascendante & en sève descendante, elle les laisse unies aux parties analogues de la plante, à mesure qu'elle se dissipe insensiblement par l'évaporation. (542).

IV°. Il résulte de-là que l'*Arbre de Van-Helmont*, a pu se former & se convertir en une assez grande masse, par le moyen de l'eau dont on l'arrosa, & qui lui voitura une foule de substances étrangères à sa nature : sans que l'eau se soit convertie elle-même en toute la substance de cet arbre. Cet arbre, quand on le pesa, étoit en partie composé d'eau : puisque l'eau est un des principes de tous les Végétaux. Mais cet arbre n'étoit pas uniquement composé d'eau : parce que les végétaux ont toujours d'autres principes, qui sont l'air, le feu, & la terre.

Le nom de terre signifie ici, outre le *Caput mortuum* des Chymistes, dont nous parlerons bientôt, une immense quantité de sels fixes & volatils.

162. REMARQUE. Selon Héraclite, il n'y a également qu'un seul Principe des corps : c'est le Feu. Le Feu, disoit

il, se change en air, l'air en pluie, la pluie en terre, la terre en toute sorte de corps.

Ce grand Pleureur vouloit sans doute faire rire: en donnant sérieusement, pour une hypothese philosophique, ces *puérides Métamorphoses*, qui n'ont aucune lueur de vraisemblance & de raison.

SIXIEME SENTIMENT : LES TROIS ELÉMENTS DE  
DESCARTES.

163. EXPLICATION. Après avoir reconnu sincèrement & de bonne foi, que l'Univers a été réellement créé comme le rapportent les Livres saints: Descartes examine comment auroit pu être produit de la manière la plus simple, ce même Univers. Donnez-moi simplement une *Matiere homogene*, & un *Mouvement permanent*, dit Descartes: c'est tout ce qu'il me faut pour former le Monde visible. Que le Tout-puissant crée une matiere homogene & dans sa substance & dans ses configurations, divisée en petits cubes semblables: qu'il imprime dans le Plein à tous ces petits cubes égaux, un double mouvement de rotation; l'un autour de leur centre particulier, l'autre autour de certains centres communs: de-là naîtront & les divers *Principes des Corps* & l'*Harmonie générale* de la Nature. Car voici ce qui doit nécessairement résulter, selon Descartes, de cette très-simple & très-séconde Hypothese. (*Fig. 6*).

I°. Ces Cubes A, dans le Plein, ne peuvent se mouvoir autour de leur centre particulier, sans que leurs angles se rompent avec violence; & sans qu'il se détache par-tout du sein des parties rompues & brisées avec effort, comme un nuage ou un torrent de particules incomparablement plus petites, que la violence & l'effort de la division feront jaillir avec une inconcevable vitesse, laquelle leur sera perlévéramment & inamissiblement affectée. Voilà un premier Elément, la *Matiere subtile D*, qui, douée d'une vitesse prodigieuse, & capable de prendre & de perdre successivement toutes les figures possibles, se trouve propre à pénétrer avec une étonnante facilité dans les moindres pores de tous les corps.

Telle est la matiere qui compose le soleil, les étoiles, tous les corps lumineux. *Primum Elementum, Materia subtilis, motu acta perniciosissimo, nullius figura tenax.*

II°. Ces Cubes ne peuvent continuer à rouler sur leur centre particulier, sans user par le frottement leurs parties anguleuses; sans parvenir à se convertir enfin en globules lisses & polis, d'une plus ou moins grande masse. Voilà un second Elément, la *Matiere globuleuse B*, dont les molécules

différent de la matiere subtile , & par leur masse qui est bien plus grande , & par leur figure qui est déterminée & constante.

Cette Matiere globuleuse remplit les espaces immenses des cieus ; ou les espaces qui séparent le soleil & les étoiles , des corps opaques répandus & roulans dans leurs Tourbillons. *Secundum Elementum , Materia globulosa , Materia ætherea , seu materia quæ in globulos efformata , æthereas implet plagas.*

III°. Ces Cubes n'ont pu se mouvoir dans le Plein autour de leurs centres particuliers , sans que leurs angles solides aient formé , en se détachant du reste du cube , des *Masses anguleuses & irrégulieres* , différentes & de la matiere globuleuse qui est comme le centre & le noyau arrondi des cubes divisés , & de la matiere subtile qui est comme une poussiere échappée en infiniment petits éclats du sein des parties notables de la division. Voilà donc un troisieme Elément , la *Matiere branchue & canelée C* , immensément variée dans ses masses , irréguliere dans ses configurations , peu propre au mouvement , destinée à former des Corps solides & massifs par l'entrelacement de ses angles , de ses branches , de ses concavités.

La Terre , les Planetes , les Cometes , sont principalement composées de cet élément. *Tertium Elementum , Materia ramosa , Materia striata , ex quâ solida constantur corpora.*

IV°. Que ces trois Elémens , encore mêlés & confondus entr'eux , aient été , dès le commencement des tems , partagés en autant de grandes portions qu'il y a aujourd'hui d'Etoiles fixes ; & que chaque portion de cette matiere ainsi mêlée , ait reçu une impulsion générale qui l'ait forcée à se mouvoir comme un fluide , autour d'un centre commun !

De-là , selon Descartes , l'origine de divers grands Tourbillons qui , par les seules Loix mécaniques , ont formé ou pu former ce visible Univers , en le supposant divisé en autant de tourbillons , qu'il y a d'étoiles fixes. Notre Soleil est le centre d'un tourbillon , dans lequel nagent & circulent nos planetes ; & qui s'étend jusqu'aux tourbillons des étoiles voisines. Chaque Etoile est le centre d'un autre tourbillon , dans lequel nagent aussi des planetes semblables aux nôtres ; & à qui l'étoile placée au centre , sert de soleil.

164. EXPÉRIENCE. Si on fait tourner rapidement sur son axe un Globe creux de verre , dans lequel on ait mis trois liquides de différente pesanteur , de l'huile , de l'eau , du mercure : le plus léger reste au centre (\*) : le plus pesant

(\*) NOTE. Dans l'Expérience ici rapportée , & sur laquelle est

se porte vers la circonférence: le troisieme se place entre les deux autres. La même chose, dit Descartes, a dû arriver à mes trois élémens, primitivement mêlés & confondus dans les Tourbillons.

I°. La *Matiere subtile*, le plus petit & le plus mobile des trois élémens, a dû demeurer au centre du tourbillon; & y former un corps lumineux, ou un soleil.

II°. La *Matiere anguleuse & canelée*, le plus massif & le moins mobile des trois élémens, a dû être emportée plus ou moins avant, selon son plus ou moins d'inertie, vers la circonférence du tourbillon.

Eparse d'abord au hasard, vers la circonférence du tourbillon, cette matiere branchue & canelée a dû s'y former successivement en *Globes opaques*, de différente densité & de différente grandeur; que l'Impulsion fera ensuite descendre plus ou moins avant vers le centre du tourbillon, selon leur plus ou moins de densité.

III°. La *Matiere globuleuse*, plus massive que la matiere subtile, moins massive que la matiere branchue & canelée, a dû se placer vers le milieu du tourbillon. Les divers globules de ce second élément n'étant pas tous d'égale masse, ils ont dû se distribuer en différentes couches, les plus petits plus près du centre, les plus grands plus loin du centre.

Chaque *Couche d'un Tourbillon*, s'efforce en vain de s'enfuir par la tangente: elle est forcée à se mouvoir circulairement ou elliptiquement par la couche supérieure, qui l'arrête & la captive dans son espace. La dernière couche d'un tourbillon, par exemple, du tourbillon solaire, est arrêtée par les dernières couches des tourbillons contigus; & le dernier de tous les tourbillons existans est arrêté & captivé dans sa dernière couche, par le simple défaut d'un espace ultérieur, dans lequel cette dernière couche puisse s'étendre & se répandre.

Chaque Tourbillon, en roulant autour de son centre commun, ou de son étoile, emporte par son impulsion, les Planetes qui nagent dans lui: à peu près comme un courant d'eau emporte un arbre qui flotte dans son onde. Les planetes plus éloignées du centre, mettent plus de tems que les autres à faire leur révolution: parce que les différen-

---

fondée toute l'Hypothese Cartésienne: le *Liquide le plus léger* ne se place pas au centre, mais autour & le long de l'axe de la révolution; & c'est ici l'un des vices capitaux de cette hypothese. Car, selon cette expérience, le soleil & les étoiles, au lieu d'être des globes lumineux, devroient être des *Cylindres* ou des *Fuseaux lumineux*, de même longueur que l'axe de leur Tourbillon. Cette hypothese est ruineuse à bien d'autres égards: comme nous le ferons voir ailleurs. (739 & 808).

tes couches des tourbillons ayant toutes la même vitesse les couches plus éloignées du centre, doivent mettre d'autant plus de tems à faire leur révolution, qu'elles ont plus d'espace à parcourir pour l'achever.

165. REMARQUE. Tel est en précis le sublime rêve de Descartes, sur l'origine & sur le mécanisme de l'Univers ! Ce n'est point ici le lieu de suivre ce Philosophe célèbre, à travers les divers théâtres de la Nature, où, par le moyen de ses *trois Elémens* & de l'*Impulsion*, imitateur ou rival du Créateur, son audacieux génie forme les différens corps, solides & fluides; fait naître la pesanteur, d'une matiere sans pesanteur; crySTALLISE & MINÉRALISE les entrailles de la terre; élève ou abaisse les flots de l'Océan; enfante & détruit les différens Météores dans l'Atmosphère; crée & perpétue les diverses especes d'animaux & de végétaux sur la surface de notre globe; met les Tourbillons des Etoiles en équilibre entr'eux; forme les Planetes & les Cometes; métamorphose les Corps opaques en corps lumineux, & les Corps lumineux en corps opaques dans le ciel. Quelle force & quelle grandeur dans ce génie! On ne peut trop s'étonner qu'un homme ait été capable d'embrasser ainsi d'un seul coup d'œil, la Nature entière dans toute son étendue; & de réduire à une aussi simple hypothese, tout ce que présente de varié & de compliqué l'ensemble de l'Univers. Qu'il est fâcheux, que ce qui parut d'abord l'Histoire de la Nature, n'en soit plus aujourd'hui que le Roman!

Cette romanesque Hypothese, dont nous développerons ailleurs les principaux vices, changea cependant la face de la Philosophie. Endormie & ensevelie depuis long-tems au sein de la crasse ignorance & du barbare pédantisme, la Philosophie fut réveillée par les charmes intéressans de ce brillant délire, qui lui inspira le goût des connoissances, & qui la mena à l'amour de la Vérité. Ainsi sont faits les hommes: incapables de recevoir la juste impression qui leur convient, souvent on ne peut les tirer d'un abyme, qu'en les entraînant dans un autre abyme: communément on ne peut les éclairer par la Raison, qu'après les avoir séduits par l'Imagination: c'est ce que fit Descartes.

Pour ébranler jusques dans ses fondemens l'ancienne Philosophie, qui consacroit l'ignorance & le préjugé, il lui fallut créer un système singulier, capable de réveiller & d'intéresser le génie léthargique de son siècle. Il créa ce système: le génie réveillé & mis en jeu, sentit le vuide & le ridicule de la Philosophie alors régnante; s'appliqua, avec ardeur, à remonter à la connoissance des Causes par l'ob-

servation des effets ; & en vertu du branle donné par Descartes, vint à bout, après bien des écarts, de faire peu à peu d'utiles Découvertes ; de connoître & de calculer les vraies Loix du mouvement ; de deviner ou de soupçonner les vrais Principes des choses ; de saisir le vrai Systême du monde ; d'arracher, du moins en partie, à la Nature, le voile ténébreux qui la cachoit.

SEPTIEME SENTIMENT : LES DIVERS PRINCIPES  
DES CHYMISTES.

166. DÉFINITION I. La Chymie est une science dont l'objet est de connoître la nature & les propriétés des Corps, par leurs analyses & leurs combinaisons. L'Analyse sépare les unes des autres, les parties constituantes d'un corps : la combinaison forme de nouveaux Touts, par l'union de certaines parties constituantes d'un corps, avec certaines parties constituantes d'un autre corps.

Parmi ceux qui s'attachent à la Chymie, les uns s'appellent Alchymistes, les autres se nomment simplement Chymistes.

I°. Les *Alchymistes*, qui se regardent comme les Chymistes par excellence, sont ceux qui s'occupent follement à chercher la Pierre philosophale : Cerveaux creux, dont tout le mérite scientifique consiste à adopter un jargon énigmatiquement barbare, & à se nourrir d'espérances folles & chimériques. (146).

Les Alchymistes se nomment aussi *Adeptes*, c'est-à-dire, consommés dans leur art : *quasi Artis chymicæ perfectionem adepti*.

II°. Les *Chymistes* sont ceux qui s'occupent utilement à décomposer & à recomposer des corps : soit pour en connoître la nature ; soit pour servir la Médecine & les Arts.

167. DÉFINITION II. L'Analyse chymique est l'art de séparer les unes des autres, non les parties intégrantes, mais les parties constituantes d'un corps : ce qui se fait en deux manières, ou par l'action du feu, ou par l'action des dissolvans. La première est fondée sur une *différente Volatilité*, la seconde, sur une *différente Dissolubilité*, dans les principes du Corps à décomposer.

I°. Il est clair que, si dans un Alambic placé sur le feu, on met un Mixte quelconque dont les parties constituantes aient une *différente Volatilité* ; les plus volatiles doivent être exaltées en vapeurs par un plus foible degré de chaleur, qui n'exaltera point les autres. Ces parties plus volatiles se sépareront donc des autres, se porteront vers le chapiteau, & on les recueillera à part.

Un degré de chaleur un peu plus fort exaltera ensuite d'autres parties moins volatiles que les premières, plus volatiles que certaines autres parties de la masse restante. Ces parties s'éleveront donc à leur tour vers le chapiteau, & on les recueillera encore à part.

En continuant de cette manière à augmenter successivement la chaleur, on aura successivement des extraits correspondans aux divers degrés de volatilité qu'ont les divers élémens du corps à décomposer.

II°. Il est clair que, si on a un corps dont les parties constituantes aient une *différente Dissolubilité*; un Dissolvant qui attaquera les unes, n'attaquera pas les autres. Ces parties constituantes pourront donc être séparées les unes des autres.

Par exemple, si on a une masse composée d'or & d'argent, l'eau-forte dissoudra l'argent & ne dissoudra point l'or : on aura donc l'or séparé de l'argent.

#### PRINCIPES DES PARACELSISTES.

168. EXPLICATION. Les *Chymistes du moyen âge*, c'est-à-dire, à peu près du tems de Paracelse, regarderent comme Principes primitifs des corps, les divers résultats de l'Analyse chymique, ou les diverses substances qui résultent de la décomposition des corps. Ils en admirent cinq, le *Mercur*e ou l'esprit, le *Phlegme* ou l'eau, le *Soufre* ou l'huile, le *Sel*, la *Terre*. Ces cinq principes furent nommés *Principes des Paracelsistes*, du nom de Paracelse, le plus célèbre médecin & le plus grand chymiste de son siècle, né à Einsiedeln près de Zurich en 1493, & mort à Saltzbourg en 1541.

I°. Ils entendoient par *Mercur*e, ce qu'ils retiroient de plus volatil, de plus spiritueux, de plus capable d'affecter le goût & l'odorat, dans l'analyse des corps.

II°. Ils nommoient *Phlegme*, les produits aqueux non-inflammables, qu'ils extrayoient dans l'analyse des corps.

III°. Ils désignoient par le nom de *Soufre*, non-seulement les matières sulphureuses & le soufre commun, mais encore les huiles quelconques & tout ce qu'ils retiroient d'inflammable, en décomposant les corps.

IV°. Ils donnoient le nom général de *Sel*, à toutes les matières salines de quelque nature qu'elles fussent, qu'ils obtenoient dans leurs analyses.

V°. Ils comprennoient, sous le nom de *Terre*, ce qui reste de fixe après l'analyse des corps.

Voici un exemple de cette analyse chymique, qu'on appelle *Distillation*.

## IDÉE DE L'ANALYSE CHYMIQUE.

169. EXPÉRIENCE. Si sur le fourneau A A d'un Alambic, on met du vin à distiller dans une Cucurbite de verre L : voici les effets qui en résultent. (Fig. 9.)

I°. Du sein de la Cucurbite ou du Matras L, s'éleve d'abord dans le chapiteau M, une vapeur subtile que le réfrigérant P convertit en liqueur, & qui se précipite dans le récipient O : ce principe, le plus actif & le plus volatil des principes à décomposer, est ce qu'on appelle en chymie, l'*Espirit* ou le *Mercur*.

On voit par-là que le mercure chymique n'a rien de commun avec le mercure minéral. (128).

II°. Après la sublimation du mercure ; du sein de la même cucurbite s'éleve également dans le chapiteau, une autre liqueur sans goût & sans faveur : ce principe plus aqueux & moins savoureux est le *Phlegme*.

III°. Après la sublimation du mercure & du phlegme, il reste au fond de la Cucurbite L, une matiere visqueuse : qui transportée dans une semblable Cucurbite de terre, & soumise à un feu plus violent, donne dans la sublimation, premièrement une liqueur insipide, secondement une autre liqueur insipide, troisièmement une liqueur acide, quatrièmement une liqueur visqueuse.

Les deux premiers résultats peuvent se rapporter au *Phlegme* : les deux derniers sont ce qu'on appelle les *Huiles*.

IV°. Après ces opérations, il reste au fond de la cucurbite, un marc ou un sédiment, qu'on brûle & qu'on réduit en cendres. On recueille ces cendres : on les met dissoudre dans l'eau chaude ; on coule cette eau à travers quelques feuilles de papier fongéant. Les Sels mêlés & dissous avec l'eau, passent avec elle à travers les pores du papier ; & tombent dans un vase placé au-dessous pour recevoir cette eau & ces sels.

La matiere crasse qui reste adhérente au papier fongéant, c'est la *Terre*, qu'on appelle aussi en Chymie, *Tête morte*, ou *Caput mortuum*.

V°. On met sur le feu, le vase dans lequel l'eau est mêlée avec les sels, jusqu'à ce que l'eau se soit totalement évaporée : ce qui reste au fond, est ce qu'on appelle *Sels fixes*.

170. REMARQUE I. On peut décomposer à peu près de la même maniere, les autres corps ; par exemple, le sang, les graisses, les moëlles, les chairs des animaux, la plupart des différentes substances végétales, & quelques-unes des substances minérales.



I°. Comme les divers principes de ces substances, ont une *différente volatilité* ; si on les place sur un fourneau chymique, dans des cucurbites ou des matras L : les plus volatils sont les premiers à s'exalter par l'action du feu ; c'est le mercure ou la partie spiritueuse : les plus fixes & les plus réfractaires ne peuvent être exaltés par l'action du feu ; c'est la terre ou le sel fixe : ceux qui ont une volatilité moyenne, retenus plus long-tems par leur viscosité, se détachent & s'exaltent successivement, selon le degré plus ou moins grand de leur adhérence ; tels sont les principes aqueux & huileux. (Fig. 9).

II°. C'est par un semblable mécanisme que s'opere la *Distillation* : opération par laquelle on sépare & on recueille, à l'aide d'un degré de chaleur convenable, les principes fluides & volatils des différens corps.

Si dans une Cucurbite E H ou L M, on met de l'eau, ou du vin, ou telle autre substance à distiller : les parties les plus volatiles & les plus spiritueuses de ces substances, se dégageront & se sublimeront les premières ; & se rendront dans les récipients G ou O, d'où l'on pourra les extraire à part.

Ces récipients G & O, qui communiquent avec les matras ou les cucurbites E H ou L M, ne doivent point être fermés hermétiquement : parce que la force immense de la vapeur de l'eau, les mettroit en pieces.

III°. On peut distiller de la même maniere, les différentes eaux minérales, les eaux salées de la mer & de certaines sources. Les parties les plus volatiles de l'eau & des substances mêlées avec l'eau, se sublimeront & s'évaporeront successivement ; & il ne restera au fond de la cucurbite ou du matras, que la partie fixe & non-volatile, qu'on pourra observer & analyser à part.

171. REMARQUE II. On donne en Chymie le nom de *Bain*, à différentes matieres dont on se sert pour transmettre la chaleur aux corps qu'on veut analyser par le feu. Les matieres les plus usitées pour cela, sont l'*Eau* & le *Sable*.

I°. Placer la cucurbite ou le matras qui contient la matiere à analyser, dans un vaisseau plein d'eau, qu'on échauffe plus ou moins jusqu'au degré de l'ébullition : c'est employer le *Bain-marie*.

II°. Placer le matras qui contient la matiere à analyser, dans un vaisseau rempli de sablon qu'on échauffe plus ou moins jusqu'au degré de l'incandescence : c'est employer le *Bain de sable*.

Comme l'*Ebullition* est le plus grand degré de chaleur que l'eau puisse acquérir dans un vase ouvert : il s'en suit qu'on

peut donner facilement, par ce moyen, un degré constant de chaleur au corps qu'on analyse. Quand on a besoin d'un degré de chaleur supérieur à celui de l'eau bouillante, on emploie le Bain de sable.

Ces deux especes de bains, alternativement employés dans les Laboratoires chymiques, suffisent pour l'analyse de tous les corps qu'on veut décomposer par le feu.

#### IDÉE DES SELS CHYMIQUES.

172. DESCRIPTION. On donne en général le nom de *Sel*, comme nous l'avons déjà observé, à toutes les substances qui sont propres à affecter le goût & à se dissoudre dans l'eau. Les substances salines sont communément un composé de deux principes que la Chymie sépare, d'un *principe acide*, & d'un *principe alkali*: le premier est comme l'esprit, le second est comme le corps du composé ou du concret.

Ce qu'on nomme *Acide* en chymie, est une liqueur forte, pesante, aigre, corrosive, qu'on extrait communément des autres sels par le moyen de la distillation: la partie du sel dont on extrait cette liqueur acide, est ce qu'on nomme *Alkali*.

Les *Sels chymiques* se divisent principalement en acides & en alkalis, en fixes & en volatils: divisions générales qui se modifient en une foule immense de subdivisions ultérieures, qu'il seroit inutile & trop long de suivre & de développer.

#### LES ACIDES ET LES ALKALIS.

173. DESCRIPTION I. Les *Acides* sont des substances d'une faveur qui est effectivement acide ou aigre: ce qui a déterminé leur dénomination.

I°. Les *Acides* ont une grande tendance à s'unir avec presque tous les corps de la Nature, & singulièrement avec ceux qui sont moins composés; tels que le phlogistique, les alkalis, les terres absorbantes, l'eau & l'huile.

II°. Les *Acides* très-concentrés (c'est-à-dire, dépouillés par l'évaporation ou par la distillation ou par d'autres moyens chymiques, des matieres étrangères & de l'eau surabondante à leur essence saline), quand ils sont pris intérieurement en dose un peu forte, sont des corrosifs très-violens & de vrais poisons.

Cette qualité leur vient de la grande activité qu'ils ont pour s'unir & pour adhérer aux autres corps, qu'ils pénètrent & qu'ils déchirent, en s'y insinuant en vertu de leur affinité. (112).

Leurs meilleurs contre-poisons sont les substances alkalinées, salines, & terreuses, les huiles, le lait, l'eau: substan-

ces avec lesquelles les Acides ont une très-grande affinité, & dans lesquelles ils tendent avidement à s'absorber : ce qui les empêche de prendre pour absorbans, les parties mêmes du corps animal.

III°. Quoique tous les Acides soient volatils ; comme tous n'ont pas une égale volatilité, on donne de préférence le nom d'*Acides volatils*, à ceux qui ont plus de volatilité que les autres, soit à cause du Principe inflammable qu'ils possèdent en plus grande abondance ; soit à cause de quelque huile très-atténuée qui leur est mêlée.

Les Acides qu'on extrait des substances animales, par la distillation, ont communément plus de volatilité que ceux qu'on extrait des substances minérales & végétales.

IV°. Les Acides, à raison des substances dont on les extrait, se divisent en acides minéraux, en acides végétaux, en acides animaux ou volatils.

Ils se divisent aussi principalement en acide marin, en acide nitreux, en acide vitriolique. Ce dernier est le plus puissant de tous les acides, & peut-être l'unique acide dont tous les autres ne sont que des modifications.

V°. On n'obtient presque jamais les Acides en masse sèche & sous forme concrète : parce que ces sels ont une si grande affinité avec l'eau, que lorsqu'ils n'en contiennent précisément que ce qui leur est nécessaire pour être sels, ils se faussent avidement de l'eau, aussi-tôt qu'ils peuvent la toucher. Et comme l'atmosphère terrestre est toujours plus ou moins chargée de vapeurs aqueuses : le seul contact de l'air, dont ils attirent & absorbent l'humidité, suffit pour les mettre dans un état de fluidité.

174. DESCRIPTION II. Les Alkalis sont des substances d'une saveur âcre & brûlante, composées de terre, d'acide, & d'un peu de phlogistique : car tels sont les principes qu'en extrait la Chymie, en les soumettant à de nouvelles analyses. Les Alkalis sont ou fixes ou volatils, selon qu'ils ont plus ou moins de disposition à s'exalter & à se dissiper en vapeurs, quand ils éprouvent l'action du feu. Les sels qu'on extrait des cendres des substances animales & végétales, sont de vrais alkalis fixes, que l'action du feu a dépouillés de la très-grande partie de leurs acides, & que cette même action du feu n'a pu exalter en vapeurs. On obtient assez facilement les acides fixes & volatils, sous forme sèche & concrète.

I°. Les alkalis fixes entrent en fusion à un feu modéré, & par la fusion, ils dissolvent toutes les terres : à un feu très-violent, ils se changent en verre, & par la vitrification, ils perdent leur dissolubilité dans l'eau, & vraisemblablement leur nature saline.

II°. Les alkalis font, ainsi que les acides, de puissans dissolvans : ils décomposent tous les sels à base terreuse métallique ; séparent ces substances, & s'unissent à leurs acides, avec lesquels ils ont une très-grande affinité.

III°. Les alkalis, comme les acides, se divisent, à raison des substances dont on les extrait, en alkalis minéraux, en alkalis végétaux, en alkalis animaux : ces derniers se nomment communément alkalis volatils.

*SELS NEUTRES : SEL COMMUN : SELS ESSENTIELS.*

175. DESCRIPTION I. On ne donnoit autrefois le nom de *Sels neutres*, qu'aux sels qui étoient composés d'acides & d'alkalis unis ensemble jusqu'au point de saturation : en sorte qu'ils n'eussent aucune propriété dominante acide ou alkaline.

On donne à présent le nom de *Sels neutres*, aux combinaisons des acides avec toutes les substances auxquelles ils peuvent s'unir, en telle sorte que par cette union ils perdent, du moins en grande partie, les qualités qui indiquent l'acidité : comme cela arrive, lorsque l'on combine certains acides avec certaines substances terreuses & métalliques. La Chymie a une foule immense de *Sels neutres* différens.

176. DESCRIPTION II. Le *Sel commun*, dont nous avons déjà donné une idée, est un sel neutre parfait, composé d'un acide & d'un alkali particulier. ( 124 & 127 ).

I°. Le *Sel commun* ne peut être décomposé en son acide & en son alkali, par la simple action du feu le plus violent : il faut, pour opérer cette analyse, employer des intermedes capables de désunir ces deux principes, de s'emparer de l'un, & de précipiter l'autre. Ces intermedes sont principalement l'acide vitriolique, l'acide nitreux, le sel sédatif. ( 173 & 174 ).

II°. Le *Sel commun*, mêlé en grande dose avec les matieres animales, les garantit de la corruption : mêlé en petite dose à ces mêmes matieres, comme il l'est dans nos alimens, il accélère & facilite leur corruption. Cet effet singulier, assez bien constaté par les expériences de plusieurs Médecins & Chymistes célèbres, prouve que le sel mêlé à nos alimens doit en faciliter la digestion, qui est une espece de corruption commencée de ces alimens.

177. DESCRIPTION III. La Chymie donne le nom de *Sels essentiels*, à toutes les matieres salines concretes, qui conservent & l'odeur & la saveur, & les autres principales qualités des corps dont elles sont extraites. Les matieres minérales ne donnent point de sels essentiels. Parmi les

substances animales & végétales , qui seules peuvent fournir de semblables sels , il y en a qui n'en donnent pas ; parce que leurs sels se dénaturent dans l'analyse qu'on en fait.

Ces sels sont nommés *essentiels* : sans doute parce qu'ils ne changent point de nature & d'essence , dans la distillation ou dans l'évaporation , comme les autres sels.

PRINCIPES DES CHYMISTES MODERNES, OU LES QUATRE  
ÉLÉMENTS D'ARISTOTE.

178. EXPLICATION. Les *Chymistes modernes*, après avoir observé que les divers *Principes des Paracelsistes*, étoient eux-mêmes de vrais composés, susceptibles d'une ultérieure décomposition, ont cherché à simplifier ces Principes, en les soumettant à de nouvelles analyses.

I°. Il consiste maintenant, par les expériences répétées des plus habiles Chymistes & des plus célèbres Physiciens, que les divers Mixtes ne sont composés que de quatre *Principes primitifs*, différens entr'eux, assez semblables dans toutes les espèces & dans tous les individus. Ces quatre principes primitifs sont l'Eau, l'Air, la Terre, le Feu.

Le Feu & la Lumière ne sont foncièrement qu'une même espèce de corps élémentaires ; & toutes les expériences ainsi que tous les raisonnemens qu'on a faits, dans ces derniers tems, pour en faire deux différentes espèces d'être, nous paroissent ne rien prouver à cet égard.

II°. De quelque manière qu'on analyse un Corps, on n'en peut jamais extraire que ces quatre sortes de substances, qui, mêlées & confondues dans les premiers Résultats chymiques, deviennent enfin, dans de nouvelles décompositions, le dernier terme de l'Analyse chymique. D'où il résulte qu'on est bien fondé à regarder comme Principes primitifs de tous les Corps, ces quatre Elémens.

Nous allons en donner ici une idée succincte : en attendant que nous en donnions des traités à part.

L'EAU, PRINCIPE DES CORPS.

179. OBSERVATION. L'Eau paroît être un corps simple & inaltérable. Aucune analyse chymique ne peut la décomposer : aucune expérience ne prouve que ses molécules soient hétérogènes dans leurs masses & dans leurs figures. (94 & 145).

Il consiste, par une foule d'expériences & d'analyses chymiques, que l'Eau entre comme principe, ou comme partie constituante, dans toutes les Substances animales & végétales. Mais aucune expérience n'a encore prouvé que l'Eau entrât, comme principe, dans les Matières métalliques &  
dans

dans les Pierres vitrifiables. Si l'Eau entre dans la composition de ces deux dernières espèces de Substances : elle doit leur être adhérente de telle manière qu'aucun effort chymique ne puisse l'en séparer.

*L'AIR, PRINCIPE DES CORPS.*

180. OBSERVATION. *L'Air* est un fluide invisible, élastique, compressible, qui entre en prodigieuse quantité dans la composition de la plupart des Mixtes : comme il conste par les expériences de Messieurs Boyle & Hales. Il paroît que l'Air se trouve dans les corps, en deux états bien différens.

I°. L'Air, dans certains corps & dans certaines circonstances, se trouve simplement dispersé & interposé entre leurs parties intégrantes, sans adhérer à ces parties intégrantes, sans être partie constituante de ces corps. Tel est l'air qui se trouve dans les pores d'une éponge, du pain, de plusieurs autres corps semblables.

La Compression de ces corps, le sépare facilement de ces substances ; qui lui donnoient asyle, sans l'incorporer avec elles, sans le priver de son élasticité, ni d'aucune de ses propriétés spécifiques.

II°. L'Air, dans d'autres corps & dans d'autres circonstances, se trouve uni & combiné avec les parties intégrantes de ces corps : en telle sorte qu'il est lui-même une de leurs parties constituantes ; & qu'on ne peut l'en séparer, sans détruire leur nature. L'Air ainsi combiné paroît être privé de son élasticité, qu'il ne recouvre que par la décomposition du corps dont il fait partie.

Il conste par les expériences des Physiciens modernes ; comme nous le verrons ailleurs, qu'un pouce cubique de chêne, décomposé par l'action du feu, donne 256 pouces cubiques d'air : ce qui prouve que l'air qui faisoit partie constituante de ce chêne, y étoit réduit à un volume au moins deux cens cinquante - six fois moindre, qu'il n'est dans l'Atmosphère qui nous environne. (653).

III°. Quoique nous ne puissions pas observer la figure des *Molécules de l'Air* ; il est vraisemblable que ces Molécules ne sont pas toutes semblables ; & même qu'il y en a une foule d'espèces différentes, toutes indestructibles & inaltérables : comme on doit le conclure de la théorie des Sons, dont on ne peut expliquer la diversité, qu'en supposant que la masse de l'air est composée de Molécules de différente grosseur, de différente longueur, de différente tension. (668 & 674).

*LA TERRE, PRINCIPE DES CORPS.*

181. OBSERVATION. On ne peut douter que la Terre

K

n'entre comme principe, ou comme partie constituante, dans une infinité de corps. Car après que l'Art chymique a épuisé tous ses efforts pour pousser la décomposition de la plupart des Mixtes, jusqu'où elle peut aller : il reste toujours *une Matière fixe & solide*, à laquelle on ne peut plus occasionner de changemens.

C'est à cette matière fixe & solide, que la Physique & la Chymie donnent en général, le nom de *Terre* : parce qu'elle a la fixité, la pesanteur, la solidité, & les autres principales propriétés de la masse qui forme le globe terrestre.

Mais quelle est la nature de ce Principe ? Y a-t-il une seule espèce d'*Elémens terreux*, ou faut-il en admettre plusieurs ? C'est ce qu'il n'est pas facile de décider.

182. SENTIMENT I. Quelques Physiciens célèbres ne veulent qu'une seule & unique *Espèce* de terre, qu'ils nomment *Terre élémentaire*, & qu'ils supposent parfaitement semblable dans tous ses élémens.

Cette opinion a pour auteurs & pour partisans les Stahl & les Maquer, Personnages qui ont répandu tant de lumière sur la chymie. Ils parlent de ce principe, qu'il faut regarder comme Substances de nature terreuse, toutes celles dont les parties constituantes, par leur *Fixité*, par leur *Pesanteur*, par leur *Solidité*, par leur *Insusibilité*, différent plus des autres élémens principes; savoir, de l'eau, de l'air, du feu : que parmi ces substances de nature terreuse, on doit regarder comme terre par excellence, comme plus spécialement terre élémentaire, celle qui possède au plus haut degré ces quatre qualités; savoir, celle que les Chymistes nomment *Terre vivrifiable*; celle dont les parties intégrantes réunies forment des pierres d'une grande dureté, d'une grande transparence, d'un blanc parfait, telles que sont le diamant & le crystal de roche, quand ils sont parfaitement purs, sans couleurs & sans odeurs : que les autres substances de nature terreuse, en qui ces quatre qualités sont dans un moindre degré, sont des substances dans lesquelles l'Elément terreux se trouve plus ou moins mêlé & combiné avec les autres Elémens principes.

183. SENTIMENT II. Un grand nombre d'autres Physiciens célèbres se décident avec plus de fondement, pour la *Multiplicité d'Espèces différentes*, dans l'Elément terreux; & soutiennent que les Elémens terreux qui forment les métaux, par exemple, différent ou par leur masse ou par leur configuration, ou par l'une & l'autre à la fois, des Elémens terreux qui composent le caillou, le diamant, le bois.

Selon les Partisans du premier sentiment; les Elémens

terreux sont homogènes & dans leur nature & dans leurs masses & dans leurs configurations : les Corps ne différent entr'eux, que par le mélange des quatre Elémens principes.

Selon les Partisans du second sentiment ; les élémens terreux sont homogènes par leur nature, hétérogènes par la diversité de leurs masses & de leurs configurations : les Corps de nature terreuse différent les uns des autres, & par la diversité des élémens terreux qui les composent, & par la différente combinaison de ces élémens terreux avec les autres Elémens principes.

Il est très-vraisemblable qu'il y a plusieurs Especes différentes d'élémens dans la Masse de l'Air : comme nous l'avons déjà indiqué. (1180).

Il consiste, par les belles expériences de Newton sur la Lumière, qu'il y a au moins sept especes différentes de rayons, dans la masse de la Lumière. (697).

Pourquoi & sur quel fondement refuseroit-on d'admettre la même diversité dans les Elémens qui composent la terre élémentaire ? Pourquoi la Nature, qui a mis de la diversité dans les molécules de l'air, dans les molécules de la lumière, n'auroit-elle mis aucune diversité dans les molécules de la Terre, où cette diversité paroît encore plus nécessaire pour rendre raison des phénomènes qu'on observe dans l'étonnante variété des Corps ?

184. REMARQUE. C'est sur ces principes & d'après ces raisons, que plusieurs Chymistes donnent différentes divisions de l'*Elément terreux* qu'ils divisent, par exemple, en terre vitrifiable, en terre argilleuse, en terre calcaire, en terre mercurielle : divisions générales, qui sont susceptibles d'une foule de subdivisions particulières.

1<sup>o</sup>. On nomme *Terre vitrifiable*, la plus pure, la plus simple, la plus infusible, la plus élémentaire des substances terreuses : telle que celle qui compose le diamant & le cristal de roche, parfaitement purs, sans couleur & sans odeur.

Les pierres formées de cette terre, ont plus de dureté que les autres. Elles font feu, quand on les frappe avec l'acier : elles font feu aussi, quand on en frappe deux l'une contre l'autre. Mais alors c'est un feu intérieur, qui n'éclate point au dehors en étincelles scintillantes : phénomène qui leur est commun avec le verre & avec la porcelaine, & qui paroît être une dépendance de l'Électricité.

2<sup>o</sup>. On nomme *Terre argilleuse*, une espece particulière de terre, par-tout fort abondante, qui ne fermente point avec les Acides, qui s'imbibe & se gonfle dans l'eau, qui se durcit sans se vitrifier ou se calciner au feu. Il est vraisemblable



que cette terre, par son affinité avec l'eau, entre avec elle pour beaucoup dans la composition des Végétaux.

La terre argilleuse a beaucoup de rapport avec la Terre marne; & celle-ci avec la *Terre végétale*, d'où résulte principalement la formation des différentes espèces de Plantes; & qui résulte elle-même en grande partie, de la substance des végétaux antérieurement décomposés & détruits dans son sein.

III°. On nomme *Terre calcaire*, toutes les substances terreuses & pierreuses, qui, exposées à un degré de feu suffisant, prennent les caractères de la chaux vive. Dans leur calcination, elles perdent une partie de leur poids & de leur consistance: parce que l'action du feu leur enlève une partie considérable de l'eau qui entroit dans leur composition. Mais comme les dernières parties de cette eau, sont retenues très-fortement par la terre: il faut un degré de feu très-violent, pour la leur faire perdre entièrement; & c'est-là principalement en quoi consiste le changement des terres calcaires, en chaux vive. La grande affinité de la chaux vive avec l'eau, fait qu'elle s'en fait avec avidité: ce qui occasionne une effervescence violente & une chaleur sensible.

Les *Pierres calcaires*, toujours moins dures que les pierres vitrifiables, ne font point feu avec l'acier: quand elles sont pures & sans mélange.

IV°. Becher nomme *Terre mercurielle*, une substance de nature terreuse; qui, par son mélange avec le phlogistique ou le principe inflammable, compose les substances métalliques.

Le célèbre de Buffon divise l'*Elément terreux*, en deux classes générales, en terres vitrifiables & en terres calcinables. L'argille & le caillou, la marne & la pierre, peuvent être regardées, dit-il, comme les deux extrêmes de chacune de ces classes; dont les intervalles sont remplis par la variété presque infinie des Mixtes, qui ont tous pour base l'une ou l'autre de ces matières.

#### LE FEU, PRINCIPE DES CORPS.

185. DESCRIPTION. Le Feu peut être considéré sous deux états fort différens: en premier lieu, comme libre, comme pur, comme ne faisant partie d'aucun composé; en second lieu, comme combiné, ou comme entrant en qualité de partie constituante, dans la composition d'une infinité de corps. Considéré dans le premier état, on le nomme *Feu élémentaire*: considéré dans le second état, on le nomme *Phlogistique*, ou partie inflammable.

1°. Le Feu pur, le *Feu élémentaire*, est un assemblage de parti-

cules d'une manière simple, inaltérable, infiniment atténuée, toujours en mouvement ou toujours disposée au mouvement. C'est le grand moteur, l'agent universel de la Nature, qu'il anime & qu'il vivifie.

Comme par l'Attraction générale & spéciale, tous les autres éléments, tous les autres principes des corps, tendent à l'union & au repos: de même par l'action du feu, ces mêmes éléments, ces mêmes principes des corps, tendent à leur séparation & à leur division.

Sans l'action du feu, tous les corps, liquides & fluides, se convertiroient en masses solides: par l'action du feu, qui les pénètre en plus ou moins grande quantité, la tendance réciproque de leurs parties les unes vers les autres, est détruite ou infiniment affoiblie; & la masse totale conserve une mobilité respectivo dans toutes ses parties. Dans les corps solides, l'adhérence des parties est d'autant moindre, que ces corps sont pénétrés d'une plus grande quantité de feu élémentaire, logé & mu dans leurs pores, sans être combiné avec leurs éléments.

De ce conflit éternel entre l'action du feu & l'action de l'Attraction, résultent une infinité de phénomènes, dans la composition & dans la décomposition des corps.

II<sup>b</sup>. Comme les trois premiers Eléments, l'eau, la terre, l'air, se combinent entre eux, en vertu de leurs affinités, & se dénaturent en se combinant: de même, le feu pur, le feu élémentaire, se combine avec certains corps en vertu de son affinité, & se dénature en se combinant avec eux. Tel est le feu dans les corps combustibles, où il n'est plus feu pur & élémentaire, feu libre & en action; mais feu combiné & dénaturé, feu uni & lié à d'autres substances, feu dépouillé de sa fluidité & de son activité naturelles, en un mot *Phlogistique*. (152 & 561).

186. REMARQUE. Les Physiciens & les Chymistes sont partagés sur la nature du Phlogistique, ou de la partie inflammable des corps.

I°. Quelques-uns pensent, d'après l'illustre Stahl, que le Phlogistique n'est que le feu élémentaire, qui, toujours en mouvement dans son état d'aggrégation, perd son mouvement dans son état de combinaison avec les substances auxquelles il s'unit & adhère par son affinité; & tel est le sentiment que nous adoptons d'avance, & que nous développons & établirons dans la suite.

II°. Quelques autres soupçonnent, d'après Boerhave, que le Phlogistique pourroit bien être un *cinquième Élément primitif*, distingué de l'eau, de l'air, du feu, de la terre, &c.

indestructibles comme eux. Selon cette hypothèse, la combustion des corps n'augmenteroit point la masse du feu élémentaire : elle se borneroit à dégager le phlogistique élément, des combinaisons qu'il avoit dans le corps qui se consume ; & à le disposer à entrer en de nouvelles combinaisons dans les substances semblables, que renouvelle sans cesse la Nature.

Ceux qui adoptent cette idée, au sujet du Phlogistique ; soupçonnent une espece de progression entre les différens principes des Corps, savoir, celle-ci : la terre est à l'eau, comme l'eau est à l'air ; comme l'air est au phlogistique comme le phlogistique est au feu élémentaire.

III°. Dans toute hypothèse sur la nature du Phlogistique ; soit qu'il consiste dans le feu élémentaire combiné avec d'autres substances, soit qu'il fasse lui-même une substance à part : il est vraisemblable que ce principe doit être composé, ainsi que l'air, ainsi que la lumière, ainsi que l'élément terreux, de molécules de différente espece, dont les unes ont une affinité & les autres n'ont point la même affinité avec les élémens des divers corps qui composent la Nature sensible : puisqu'il y a beaucoup de Phlogistique dans les *Corps combustibles* ; & qu'il n'y en a point ou infiniment peu dans les Corps incombustibles.

IV°. Quelle que soit la nature du Phlogistique, la Chymie a trouvé l'art de l'enlever à certains Corps, & de le faire passer en d'autres substances. Les substances qui, dans leur état naturel, n'ont ni odeur, ni couleur, ni saveur, acquièrent presque toujours plus ou moins ces qualités, par leur union avec le phlogistique qu'on leur transporte ; & c'est sur ce fondement, que les Physiciens & les Chymistes regardent le Phlogistique, comme le principe des odeurs, des couleurs, des saveurs.

#### PROPOSITION.

187. *Les différens Corps que nous présente la Nature, ont pour principes les quatre Elémens des Chymistes modernes, la terre, l'eau, l'air, le feu : élémens homogènes par leur nature, hétérogènes par leurs masses & par leurs configurations.*

DÉMONSTRATION. L'expérience & la spéculation s'unissent de concert, pour établir & pour constater la vérité de cette proposition ; ou pour donner à ce Point général & fondamental de toute la Physique, toute la lumière & toute la certitude dont il est susceptible. (178).

I°. L'Expérience nous apprend que les différens corps que la Nature soumet à nos analyses chymiques, quel qu'épreuve

qu'on leur fasse subir, ne donnent en dernière analyse, que ces quatre *Especies d'éléments*; lesquelles ne sont plus susceptibles d'aucune ultérieure décomposition. Donc on est très-bien fondé à penser & à juger que les différens corps ne renferment que ces quatre *especies d'éléments*; & que les différentes *especies de corps* doivent leur nature, leur essence, leur variété, au mélange, à la combinaison, à l'assortiment de ces quatre Principes primitifs.

II°. La Spéculation nous apprend que ces quatre Principes, homogènes dans leur nature, hétérogènes dans leurs configurations & dans leurs masses, fussent abondamment pour rendre raison de l'admirable variété de la Nature (144). Donc, pour ne pas multiplier ineptement les Principes sans nécessité & sans raison: il ne faut admettre dans la Nature, pour principes des corps, que les quatre *Eléments des Chymistes modernes*. C. Q. F. D.

188. COROLLAIRE I. *La Matière des corps, est la même dans tous les corps*: puisque c'est une matière homogène & parfaitement semblable en nature & comme matière, dans tous les corps quelconques. (143).

189. COROLLAIRE II. *La Forme des Corps, ou ce par quoi une espèce diffère d'une autre espèce, n'est autre chose que la diversité d'Accidens qui caractérise leurs Eléments*; c'est-à-dire, que la diversité ou de masse ou de configuration ou de mouvement ou d'affinité, qui est inhérente à ces *Eléments*: puisque, par cette diversité d'Accidens, dans ces *Eléments principes des corps*, on rend suffisamment raison de l'admirable variété qui regne dans la Nature; & qui fait qu'une espèce de corps diffère essentiellement de l'autre. (144 & 145).

190. COROLLAIRE III. *Les Qualités sensibles des Corps, telles que l'odeur, la couleur, la saveur, l'amertume, la douceur, la chaleur, la froidure, & ainsi du reste, ont pour cause, non des Qualités occultes, inhérentes à la matière, & distinguées de la substance & des accidens de la matière, mais simplement une matière homogène différenciée par ses divers accidens.*

DÉMONSTRATION. Par-là même que l'on conçoit une *Matière homogène*, divisée en *éléments* immensément variés dans leur masse, dans leur configuration, dans leur mouvement, dans leur adhésion: on conçoit que cette matière est propre, sans rien de plus, à faire naître en nous une foule quelconque de sensations différentes.

Car il est clair que des *éléments sphériques* doivent occasionner une autre sensation, que des *éléments anguleux*; des *éléments en repos*, une autre sensation que des *éléments*.

animés d'un plus ou moins grand mouvement ; des élémens adhérens entre eux , une autre sensation que des élémens sans union ; des élémens plus lourds & plus massifs , une autre sensation que des élémens plus subtils & plus déliés ; & ainsi du reste.

Donc , par l'axiome philosophique qui porte qu'il ne faut point multiplier les causes , les principes , les êtres , sans nécessité & sans raison : on ne doit point recourir aux vertus ou aux qualités occultes du Péripatétisme , qualités qu'on ne peut ni définir , ni concevoir , pour expliquer les *Qualités sensibles des corps* , qui s'expliquent si naturellement par la seule diversité de leurs accidens.

Donc le sucre n'est point doux , l'absynthe n'est point amere , l'écarlate n'est point rouge , la glace n'est point froide , le feu n'est point chaud , par quelque chose qui soit distingué & de la matiere & des accidens de la matiere , qui compose ces différentes especes de Corps. (*Mét.* 99 & 357).

Donc c'est uniquement d'après le préjugé , & non d'après la raison , que nous imaginons dans ces différens Corps , quelques qualités , quelques vertus , quelques manieres d'être , qui ressemblent aux sensations que leurs molécules font naître en nous , par la diversité de leurs masses , de leurs configurations , de leurs mouvemens. C. Q. F. D.

191. COROLLAIRE IV. *Les Végétaux n'ont point , comme le pensoient les Péripatéticiens , une Âme végétative , qui soit distinguée & de la matiere & des modifications de la matiere : puisqu'e l'expérience & l'observation ne nous montrent dans les Plantes quelconques , que des mouvemens locaux , dépendans des Loix générales de l'Impulsion & de l'Attraction , & parfaitement conformes aux regles générales de la Mécanique.*

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

192. OBJECTION I. Il s'ensuit de nos Principes , que les *différentes Especes des corps* , ne diffèrent qu'accidentellement les unes des autres : puisqu'une espece ne differe de l'autre , l'or , par exemple , du crystal , que par la diversité de leurs accidens.

RÉPONSE. Les Corps de différente espece , diffèrent essentiellement les uns des autres : puisqu'ils diffèrent entre eux , par une nature essentiellement différente dans l'une & dans l'autre espece. Mais cette nature essentiellement différente dans deux especes , peut résulter d'un ensemble d'accidens , qui dans l'une de ces especes , soit totalement différent de l'ensemble d'accidens qui caractérise l'autre.

Car on conçoit aisément que , malgré l'homogénéité de

substance, un Corps composé d'éléments unis & en repos, doit différer totalement & dans sa nature & dans ses propriétés & dans ses effets, d'un autre corps composé d'éléments désunis & en mouvement: donc la seule différence des Accidens, peut mettre entre deux corps, une *différence de nature & d'essence*.

Pour éviter toute équivoque en ce genre: il faut ne point confondre la Forme essentielle de la Matière, avec la Forme essentielle des Corps.

I°. J'appelle *Forme essentielle de la Matière*, cette propriété par laquelle la matière est constituée matière; par laquelle la matière diffère de tout ce qui n'est pas matière. Il est évident que cette propriété de la matière est indépendante des accidens dont on vient de parler. Car on conçoit qu'un élément cubique ne cessera pas d'être matière, en devenant sphérique ou pyramidal; qu'un élément en repos ne cessera pas d'être Matière, en acquérant le mouvement; qu'un élément isolé ne cessera pas d'être matière, en se combinant avec un autre élément semblable ou dissemblable.

Nous avons fait voir ailleurs que cette Forme essentielle de la matière, toujours nécessairement existante dans la matière, a toujours échappé aux recherches obstinées de la Philosophie. (*Mét.* 909).

II°. J'appelle *Forme essentielle des Corps*, en les considérant dans un état d'aggrégation & de combinaison, cette propriété caractéristique par laquelle un Composé diffère d'un autre composé; & je dis que cette propriété résulte simplement & uniquement d'un ensemble d'accidens, qui n'est pas le même dans deux différentes espèces de corps.

Cet *Ensemble d'accidens*, est accidentel à la matière du composé, ou aux éléments qui forment ce composé: puisque la matière du composé peut perdre cet ensemble d'accidens, sans cesser d'être matière. Mais cet ensemble d'accidens est essentiel au composé, comme composé, comme tel corps: puisque ce composé ne peut perdre cet ensemble d'accidens, sans cesser d'être tel composé, tel corps.

La *diversité de la Matière* a pour source & pour cause, la différence des masses & des configurations qui sont indestructiblement affectées aux éléments primitifs, à chaque espèce d'éléments primitifs. (145).

La *diversité des Corps*, ou des composés, a pour source ou pour cause, le différent mélange, le différent assortiment, la différente combinaison, la différente affinité, la différence de mouvement, de repos, de situation, de contiguïté, dans ces divers éléments unis en un même tout.

193. OBJECTION II. Le Sentiment expérimental nous avertit qu'il y a une chaleur réelle dans un tison ardent, une amertume réelle dans une feuille d'absynthe, une douceur réelle dans un morceau de sucre. La raison nous apprend que ce que nous sentons dans le feu, dans le sucre, dans l'absynthe, ne ressemble, ni à la matière, ni aux accidens de la matière. Donc il y a réellement dans les Corps, des *Qualités sensibles*, distinguées & de la matière & des accidens de la matière.

RÉPONSE. I<sup>o</sup>. Le Sentiment expérimental nous avertit qu'un tison ardent, qu'une feuille d'absynthe, qu'un morceau de sucre, sont des corps propres à faire naître en nous telle & telle sensation : mais il ne nous dit pas qu'il y ait dans ces corps quelque chose qui ressemble de près ou de loin à nos sensations. (*Mét.* 357).

II<sup>o</sup>. La Raison nous apprend que la sensation de chaleur, d'amertume, de douceur, ne ressemble ni à la matière, ni aux accidens de la matière : puisqu'une telle sensation n'est autre chose qu'une modification spirituelle de notre âme. Mais cette même raison ne nous dit pas qu'il y ait dans le feu, dans le sucre, dans l'absynthe, quelque qualité, quelque manière d'être, quelque chose, dont notre sensation soit l'image & l'expression : puisque les Corps peuvent nous occasionner les différentes sensations que nous éprouvons, par la seule différence des impressions matérielles qu'ils font sur nos organes ; & que la seule diversité de leurs accidens, est suffisante pour différencier à l'infini ces impressions. (190).

194. OBJECTION III. Il y a des Plantes, telles que la *Sensitive*, qui semblent avoir du Sentiment : donc l'opinion des Péripatéticiens, qui donnoient aux plantes une âme distinguée de la matière & des accidens de la matière, n'est peut-être pas aussi mal fondée que l'on pense.

RÉPONSE. La *Sensitive*, selon Tournefort, est une plante qui pousse une seule tige principale à la hauteur d'un pied & demi, & qui se divise, près de la terre, en plusieurs rameaux : elle est ligneuse, luisante & revêtue, de même que ses rameaux, de feuilles languettes, polies, étroites, rangées par paires sur un côté, qui se rapprochent l'une de l'autre, quand on les touche ; & qui s'écartent ensuite, à peu près comme les feuillets d'un livre que l'on ouvre après l'avoir fermé. Il y a plusieurs autres espèces de *Sensitives*. A Toqué près de Panama, dans l'isthme de l'Amérique, il y a des champs couverts de cette espèce d'herbe ou de plante.

Le phénomène dont il s'agit ici, paroît être une dépendance de l'Électricité. Quand on porte la main vers la Sen-

fitive : il s'échappe du sein de cette plante, un torrent de matiere qui a son cours vers la main qu'on lui présente ; & qui imprime aux feuilles flexibles d'où il s'échappe, la même direction de mouvement qu'il a lui-même. Les autres plantes ne présentent pas le même phénomène : parce qu'elles n'ont pas une semblable matiere effluente, qui ait une tendance naturelle vers le corps humain.

195. OBJECTION IV. Le Polype a évidemment une ame distinguée de la matiere & des accidens de la matiere. Pourquoi les autres plantes n'auroient-elles pas une ame semblable, quoiqu'elle s'annonce d'une maniere moins sensible ?

RÉPONSE. Le *Polype* est une production de la Nature, que les Naturalistes avoient regardée comme une simple plante, & que Messieurs Trembley, de Reaumur & de Jussieu ont jugé être un animal aquatique. Ils lui donnent le nom de Polype : parce que ses cornes ressemblent à l'animal marin qui porte ce nom. On peut voir dans notre Cours complet de Métaphysique, sous les numéros 1331 & 1333, l'idée qu'on doit se former & des Polypes & des autres especes de Zoophytes.

I°. Il est assez vraisemblable que le Polype n'est qu'une plante singuliere, dont toutes les parties sont propres à former & à contenir les germes reproductifs ; dont toutes les parties sont destinées à être pour ces germes, comme un sol favorable, où ils doivent s'épanouir & se développer avec une étonnante richesse, avec une plus étonnante rapidité.

II°. Si l'on veut absolument que le Polype soit une especes d'animal, plus ou moins parfaitement organisé, plus ou moins doué de sensibilité ; ce sera simplement une especes de plus dans le genre animal, & une especes de moins dans le genre végétal : ce qui ne change en rien les idées générales qu'on a de ces deux genres.

Si le Polype est un animal : il a une Ame distinguée de la matiere & des accidens de la matiere ; comme les Brutes.

Si le Polype n'est qu'une simple plante : il n'a certainement pas besoin, pour végéter & pour se reproduire, des Formes substantielles du Péripatétisme. (157).





## SECONDE SECTION.

## PROPRIÉTÉS DES CORPS.

196. DÉFINITION. **O**N nomme *Propriétés des Corps* ; leur maniere propre d'exister & d'agir : ce qui renferme & les qualités qui les confondent , & les qualités qui les caractérisent , dans leurs genres & dans leurs especes. Parmi ces *Propriétés des corps* , parmi ces manieres d'être ou d'agir :

I°. Il y en a qui sont communes à tous les corps , & qui paroissent être inséparables de leur essence , sans la constituer. Telles sont la mobilité , l'étendue , l'impenétrabilité , l'exigence d'une configuration & d'une ubication quelconques : puisqu'on ne peut concevoir aucun corps sans ces qualités , & que ces qualités ne constituent cependant pas leur essence immuable. (*Mét.* 128 & 911.)

II°. Il y en a qui sont également communes à tous les corps , mais qui ne sont point absolument inséparables de leur essence : puisqu'on conçoit ces mêmes corps , ces mêmes tous matériels , sans ces qualités. Telles sont la gravitation , la porosité , la dilatabilité , la condensabilité.

III°. Il y en a qui sont communes à un certain nombre d'especes de corps , sans convenir de même aux autres especes. Telles sont l'élasticité , la solidité , la fluidité.

IV°. Il y en a enfin qui ne sont communes qu'aux individus d'une même espece , ou qui conviennent à une espece unique , sans convenir à aucune autre espece. Telle est la propriété de transmettre le son , dans les molécules aériennes ; d'échauffer & de brûler , dans la matiere ignée ; de donner à l'œil la sensation du rouge , dans l'espece rouge , de rayons ; de donner au goût telle sensation d'amertume , dans l'absynthe ; & ainsi du reste.

V°. Il y a donc dans les Corps , & des *Propriétés spécifiques* , qui ne conviennent qu'à une seule espece de corps ; & des *Propriétés générales* , qui conviennent ou à tous les corps , ou à plusieurs especes de corps.

Nous ferons connoître les premieres , dans les différens traités particuliers de cet Ouvrage ; par exemple , les propriétés spécifiques de l'air , dans la théorie de l'air ; les propriétés spécifiques de la lumiere , dans la théorie de la lumiere.

Quant aux dernieres , nous allons choisir ici celles qui exigent quelque explication & quelque développement , telles que la porosité , la compressibilité , la solidité , la fluidité.

dité, l'élasticité, la gravité : pour en faire l'objet de cette seconde Section, & pour terminer par là un Traité restreint à la théorie générale des Corps.

## ARTICLE PREMIER.

## PROPRIÉTÉS DES CORPS.

**N**OUS avons fait voir & sentir, au commencement de cet Ouvrage, quelle idée on doit se former des Pores des Corps : il faudra se rappeler ici cette idée préliminaire. (10).

## PROPOSITION I.

197. *Tous les Corps soumis à nos expériences, sont poreux.*

DÉMONSTRATION. La généralité de cette proposition découlera, par un Jugement d'analogie, des diverses expériences que nous allons faire, ou que nous rapporterons comme faites, sur plusieurs especes différentes de corps.

I°. *Le Bois est poreux.* Sur un large vase cylindrique de verre, ouvert par les deux bouts, placez un vase de bois que vous mastiquerez avec le cylindre, & que vous emplirez d'eau. Pompez ensuite l'air renfermé dans ce cylindre, par le moyen d'une machine pneumatique. (Fig. 81).

L'eau passera à travers le vase de bois, & coulera peu à peu en petites gouttes dans le cylindre : donc le Bois a des pores ou des ouvertures, propres à donner passage à l'eau.

II°. *La Peau des animaux, est poreuse.* Sur le même cylindre, au lieu d'un vase de bois, placez de la même manière une espece de vase ou de récipient, fait d'une peau de veau ou de mouton, & rempli de mercure ; & pompez l'air par le moyen d'une machine pneumatique.

Vous verrez le mercure couler & jaillir à travers la peau, comme une petite pluie d'argent : donc cette peau est comme un crible, percé de mille & mille pores. C'est par le moyen des pores que s'opere la *Transpiration*, dans les animaux & dans les végétaux.

III°. *Les Métaux sont poreux.* Tous les métaux sont dissolubles par le moyen de l'eau-forte ou de l'eau régale : donc les métaux sont de toutes parts criblés de pores, qui donnent passage dans l'intérieur de leur substance, à ces liqueurs. (111 & 113).

IV°. *L'eau, l'Air, le Diamant, le Crystal de roche, sont poreux :* puisqu'ils donnent de toute part, un libre passage à la lumière.

V°. *Le Marbre est poreux* : puisqu'il se laisse pénétrer par l'esprit-de-vin & de thérebentine ; & qu'on donne intérieurement à certains marbres blancs, des couleurs artificielles & inamissibles, par lesquelles ils imitent les marbres que la Nature a elle-même colorés. C. Q. F. D.

PROPOSITION I I.

198. *Les Pores ne sont pas de même figure & de même grandeur, dans tous les Corps.*

DÉMONSTRATION. I°. Il y a des corps qui donnent passage à l'eau & à l'air ; tels que le bois, la coque d'œuf, la peau des animaux. Il y a des corps qui ne donnent passage ni à l'air, ni à l'eau ; tels que le verre, le crystal de roche, l'or, l'argent, le marbre. Donc les pores de ces différens corps ne sont pas de même figure & de même grandeur.

II°. Quand on examine au microscope, des sections fort minces de différens corps : on y découvre sensiblement des différences très-marquées dans la figure & dans la grandeur de leurs pores : donc il y a réellement une différence de figure & de grandeur, dans les pores des différens corps.

III°. Il consiste que le liège, à égalité de volume, a une plus grande somme de pores que le chêne : puisque le chêne est plus pesant que le liège. Il consiste de plus, que les pores du liège sont plus petits que les pores du chêne : puisque le liège est plus propre que le chêne, à empêcher l'évaporation des liqueurs spiritueuses & fermentescibles. Donc le liège & le chêne ont des pores tout différens.

Donc encore, dans deux corps d'inégale densité, la multitude des pores peut en compenser la grandeur. C. Q. F. D.

199. COROLLAIRE. De la théorie que nous venons de donner sur la Porosité des différens corps, il s'ensuit :

I°. *Que dans les Corps les plus solides, les plus compactes, les plus pesans, tout n'est pas matiere* : puisque des pores & des vuides sans nombre, de différente figure & de différente grandeur, sont interceptés de toute part entre les élémens qui forment ces corps.

L'or, le plus pesant & le plus compacte de tous les corps connus, a vraisemblablement plus de vuide que de matiere.

II°. *Que si un Corps très-compacte & très-pesant, tel que l'or, a déjà beaucoup de vuide ; un Corps beaucoup moins pesant & beaucoup moins compacte, tel que l'eau, en aura encore bien davantage.*

III°. *Qu'en supposant que toute matiere est pesante, comme nous le démontrerons ailleurs (243) : la quantité de matiere qui forme deux Corps d'égal volume, est proportionnelle à leur poids.*

Un pouce cubique d'or, qui pèse environ dix-neuf fois & demi plus qu'un pouce cubique d'eau, aura donc environ dix-neuf fois & demi plus de matière & moins de vuide que l'eau.

IV°. Que dans la théorie des Corps, il faut savoir distinguer exactement ces trois choses ; la Masse, le Volume, la Densité, dont nous allons donner des idées nettes & précises.

*MASSE, VOLUME, DENSITÉ, DANS LES CORPS.*

200. DÉFINITION I. La *Masse d'un corps*, est la quantité de matière gravitante qu'il contient : quel qu'en soit le volume. La quantité de la masse, est déterminée par la quantité du poids.

La masse d'une livre de laine, est égale à la masse d'une livre de plomb : parce qu'il y a dans l'une & dans l'autre, une égale quantité de matière gravitante.

201. DÉFINITION II. Le *Volume d'un corps*, est la quantité d'espace qu'il occupe : quelle qu'en soit la masse. La quantité du volume, est le produit des trois dimensions, longueur, largeur, profondeur.

Un pied cube d'air, est égal en volume, à un pied cube de plomb : parce que ces deux corps, malgré la diversité de leurs masses, occupent un égal espace.

202. DÉFINITION III. La *Densité d'un corps*, est le rapport de sa masse à son volume : de sorte que plus la masse est grande & le volume petit, plus la densité est grande.

I°. La Densité d'un corps, est donc le *Quotient* de la masse divisée par le volume. Pour estimer le rapport de Densité entre deux corps ; il faut diviser dans l'un & dans l'autre, la masse par le volume : les quotiens exprimeront leurs densités respectives.

Par exemple, une livre d'eau a un volume environ dix-neuf fois & demi plus grand, qu'une livre d'or. En divisant ces deux masses égales par leurs volumes respectifs : on aura deux quotiens qui exprimeront & la densité de l'eau & la densité de l'or ; & on trouvera que la densité de l'eau est à la densité de l'or, environ comme 1 est à 19 & demi.

II°. La Densité d'un corps détermine sa *Pesanteur spécifique*, ou la pesanteur propre qui distingue & caractérise son espèce, sans convenir à d'autres espèces. Cette Pesanteur spécifique est le *Quotient du poids absolu*, divisé par le volume.

Les Volumes de plusieurs corps solides & liquides étant supposés égaux, par exemple, d'un pied cube ou d'un pouce cube, les *Pesanteurs spécifiques* de ces différens corps, seront

entr'elles, comme leurs poids absolus : puisque les volumes, qui sont les diviseurs, étant les mêmes ; les quotiens qui expriment les pesanteurs spécifiques, sont nécessairement entr'eux comme les Dividendes, lesquels sont les poids absolus. (*Math.* 165).

Par exemple, si un pied cube d'eau de pluie pese 70 livres, & un pied cube de mercure 951 livres : la densité & la pesanteur spécifique de l'eau, sont à la densité & à la pesanteur spécifique du mercure ; comme 70 est à 951, ou comme 1 est à 13 & demi & un peu plus.

#### CONDENSATION ET COMPRESSION DES CORPS.

203. OBSERVATION. Il consiste par une foule d'expériences, que la masse d'un corps restant la même, le volume de ce corps peut croître ou décroître notablement ; & par conséquent, que la Densité de ce corps, qui est toujours le rapport de la masse au volume, peut aussi croître ou décroître de même.

I°. Quand, la masse restant la même, le volume devient plus grand, la Densité diminue : c'est *Dilatation* dans ce corps.

II°. Quand, la masse restant la même, le volume devient plus petit, la Densité augmente : c'est ou *Condensation*, ou *Compression*, dans ce corps.

III°. La Densité d'un corps peut croître en deux manières différentes ; savoir :

Par l'échappement d'un Fluide qui, interposé entre ses parties, les empêchoit de s'approcher & de s'unir selon toute leur tendance naturelle : c'est ce qu'on nomme *Condensation*.

Par l'action d'une Force étrangère qui, luttant contre un corps solide, oblige ses parties à se rapprocher davantage les unes des autres : c'est ce qu'on nomme *Compression*.

Dans la *Condensation* & dans la *Compression*, la cause est différente : mais l'effet de ces deux causes est toujours le rapprochement des parties & l'augmentation de la Densité.

#### PROPOSITION III.

204. Si l'on excepte les Elémens primitifs des corps, lesquels paroissent être inaltérables : tous les Corps, solides, liquides, fluides, se condensent & se dilatent.

DÉMONSTRATION. I°. La possibilité de la *Condensation* & de la *Dilatation*, est facile à établir. Car tous les Corps ont des pores ou des vuides, interposés entre leurs élémens solides. Or par-tout où il y a des pores ou des vuides, interposés

posés entre des parties solides ; là peut se faire un rapprochement de ces parties solides , & par-là même , une condensation dont la cessation deviendra une vraie dilatation. Donc la Condensation & la Dilatation sont évidemment possibles.

II°. *L'existence de la Condensation & de la Dilatation*, est sensiblement démontrée par l'expérience : soit dans les solides , soit dans les liquides , soit dans les fluides. Par exemple :

D'abord , une barre de fer , de bronze , d'acier , diminue sensiblement en longueur , en largeur , en épaisseur : quand elle passe d'un grand degré de chaleur à un grand degré de froid. La même chose arrive au marbre , à l'or , à l'argent , à tous les corps solides , dont le volume est toujours plus ou moins sensiblement augmenté par la chaleur , diminué par le froid. Donc la Condensation & la Dilatation ont lieu *dans les Solides.*

Ensuite , une vessie emplie d'air , est bien tendue en été , devient flasque & ridée en hiver , perd ses rides & reprend encore sa tension en été : selon que l'air qu'elle renferme , se dilate ou se condense. Donc la Condensation & la Dilatation ont lieu *dans les Fluides.*

Enfin , un Liquide quelconque , enfermé dans un thermomètre , monte & descend alternativement : selon la différente température où il se trouve exposé. Donc la Liqueur renfermée , qui reste toujours la même , augmente ou diminue alternativement en volume , essuie tour à tour , ou une condensation , ou une dilatation. Donc la Condensation & la Dilatation ont lieu *dans les Liquides.* C. Q. F. D.

#### PROPOSITION IV.

205. *Les Corps solides , les corps les plus durs que nous connoissons , sont tous susceptibles de Compression.*

DÉMONSTRATION. I°. Une masse de fer , de cuivre , d'or , d'argent , perd , sous les marteaux qui la frappent , une partie très-considérable de son volume , souvent sans rien perdre de son poids , toujours sans perdre une partie de son poids proportionnelle à celle de son volume. Donc ces corps se compriment : donc ces corps sont compressibles.

La même *Compressibilité* se montre singulièrement dans le Bouis. Une boule de mail , d'abord fort volumineuse , devient fort petite dans les moules & sous les marteaux qui la compriment ; & conserve à peu près son poids primitif.

II°. Si on laisse tomber d'assez haut , une Boule de marbre ou d'ivoire , sur un plan horizontal de marbre ou d'acier , & qu'on ait légèrement ciré ou huilé ce plan ; on observera

dans cette boule, après sa chute, un petit cercle ciré ou huilé; & ce cercle sera d'autant plus grand, que la boule sera tombée de plus haut.

Sur quoi je raisonne ainsi. Il est évident que cette boule ne peut, sans qu'il y ait ici une vraie & réelle compression, toucher le plan, que dans un point. Or le cercle ciré ou huilé qu'on découvre dans la boule, présente des vestiges d'un assez large contact: donc il faut qu'il y ait eu une vraie & réelle compression, ou dans la boule, ou dans le plan, ou dans l'un & dans l'autre à la fois.

III°. Comme tous les Corps durs & solides sur lesquels nous pouvons faire des expériences, se compriment: il s'ensuit, par un Jugement d'analogie, que tous les corps durs & solides sont susceptibles de compression. C. Q. F. D.

#### PROPOSITION V.

206. Les Liquides, quoique susceptibles de Condensation, ne sont point susceptibles de Compression.

DÉMONSTRATION. Deux expériences décisives vont établir cette proposition. On pourroit l'établir par une foule d'autres, que l'amour de la brièveté & l'antipathie pour la redondance, nous engagent à omettre. Ce que nous allons dire de l'eau, peut se dire également du vin, de la biere, de l'huile, du mercure, de tout Liquide quelconque.

207. EXPÉRIENCE I. Soit un Globe creux, formé d'une lame de cuivre assez mince. Qu'on emplisse d'eau ce globe, & qu'après l'avoir fermé hermétiquement, on le presse ou avec un treuil, ou avec un étau, ou avec telle autre puissance quelconque. Le globe cede & s'applatit un peu; & si on le presse un peu trop fort, l'eau renfermée s'échappe, en forme de rosée ou de petite pluie, par les pores entr'ouverts de toute sa surface. Sur quoi voici quelques observations à faire:

I°. La Géométrie nous apprend & nous démontre que, de toutes les Figures d'égal périmètre, le cercle est la plus grande; & par conséquent, que la sphere, toute composée de plans circulaires, a plus de solidité, si elle est pleine, & plus de capacité, si elle est vuide, que toute autre figure d'égale surface. (Mat. 626).

Le petit applatissement que souffre le globe dont on vient de parler, avant de laisser échapper l'eau renfermée dans sa capacité, semble d'abord prouver que l'eau renfermée se comprime: puisqu'en changeant de figure, le globe semble se réduire à une moindre capacité, sans rien perdre encore du liquide qu'il contient,

II°. Mais, après l'expérience faite, après que le globe a été applati sans rien perdre encore de son liquide; si on extrait l'eau enfermée, & qu'on y en mette d'autre: on trouve que, malgré l'applatissement du globe, qui devoit avoir diminué sa capacité, ce globe contient précisément la même quantité d'eau qu'auparavant. D'où il résulte que ce n'est point l'eau qui a diminué en volume, mais le globe qui a augmenté en capacité, en s'étendant par sa ductilité sous l'effort de la pression.

La vérité de cette conséquence, se rend sensible; quand on augmente la pression. Les petites gouttes que l'œil voit sortir de tous les points de la surface du globe, ne peuvent s'échapper que par l'extension des pores, & conséquemment par l'extension même du métal; qui, prenant plus de surface, prend nécessairement plus de capacité dans sa partie dilatée.

III°. Puisque l'eau résiste efficacement à toute force mécanique qui tend à la comprimer; puisque l'eau étend ou entr'ouvre les vases qui la renferment, à mesure & à proportion qu'une force extrinsèque tend à la réduire à un moindre volume: il s'ensuit que l'eau doit être un corps incompressible, un corps capable de résister à tous les efforts que les forces mécaniques peuvent faire pour la comprimer, ou pour lui faire perdre une partie de son volume. On peut dire la même chose de tout autre liquide.

208. EXPÉRIENCE II. Soit un *Tube de verre*, recourbé en forme de siphon ABCD, & suspendu verticalement. On versera d'abord dans le tube une petite quantité de mercure, qui se mettra de niveau de part & d'autre, en B & C. On emplira ensuite d'eau, la capacité DC: & on fermera hermétiquement l'extrémité D. Après quoi, on emplira de mercure la partie BM ou BA du tube, à telle hauteur indéterminée qu'on voudra, de trente, de cinquante, de cent pouces, & ainsi de suite. Quel que soit le poids de la colonne de mercure AB: l'eau occupe toujours le même espace CD. (*Fig. 8*).

Sur quoi je raisonne ainsi. Si l'Eau souffroit quelque compression: la petite quantité d'eau CD, pressée par tout le poids de la colonne de mercure AB, se retireroit du point C vers le point D. Mais, quelque grande que soit la colonne de mercure qui la presse: l'eau ne quitte pas le point C; l'eau occupe toujours le même espace DC. Donc l'eau ne souffre aucune compression: donc l'eau est incompressible.

Si on fait la même expérience sur la bière, sur le vin, sur l'huile, sur tel autre liquide qu'on voudra: on trouvera



toujours que ces Liquides, pressé par le poids d'une colonne quelconque de mercure, ne souffrent aucune diminution de volume. Donc ces liquides ne souffrent aucune compression : donc ces liquides sont incompressibles. C. Q. F. D.

209. OBJECTION. L'Eau étant un corps extrêmement poreux : pourquoi ne seroit-elle pas compressible ? D'ailleurs, Boyle prétend avoir aperçu dans ses expériences, quelques signes de compressibilité, dans l'eau : donc il n'est point certain que l'eau soit incompressible. Donc il n'est pas certain que les autres Liquides soient incompressibles.

RÉPONSE. I<sup>o</sup>. En genre de Physique, les raisonnemens sont fort inutiles contre l'expérience : aucune raison métaphysique ne peut infirmer ce que l'œil découvre & démontre.

II<sup>o</sup>. Nous ne soutenons pas que l'eau soit absolument incompressible en elle même : nous disons simplement, d'après l'expérience, que sa résistance à la compression, a vaincu jusqu'à présent tous les efforts qu'on a employés pour la comprimer.

III<sup>o</sup>. Comme on a répété mille & mille fois les expériences de Boyle, sans découvrir aucun signe de compressibilité dans l'eau : on a jugé avec raison, que les signes de la compressibilité que Boyle crut y avoir aperçus, devoient être attribués, ou à la ductilité des métaux dans lesquels il enfermoit l'eau ; ou à la petite quantité d'air qui s'insinuoit avec l'eau dans les vaisseaux qu'il employoit pour faire ses expériences.

La théorie de la Dilatation & de la Condensation, nous mène naturellement à l'explication des phénomènes du Thermometre & du Pyrometre. (\*).

#### CONSTRUCTION ET USAGE DU THERMOMETRE.

210. OBSERVATION. Le *Thermometre* est un instrument propre à mesurer la quantité précise du chaud & du froid. C'est une des belles découvertes de la Physique moderne : découverte qui doit sa perfection à M. de Réaumur.

Avant ce célèbre Physicien, on avoit des thermometres plus ou moins exacts. Mais chaque thermometre ne seroit qu'à l'Observateur isolé qui en faisoit usage : sans qu'il fût possible à celui-ci de communiquer ses observations à d'autres Observateurs qui n'avoient pas sous les yeux le même thermometre avec lequel elles avoient été faites : parce qu'on

(\*) ETYMOLOGIE. *Thermometre*, *mensura caloris* : de *θερμ*, calor ; & de *μετρον*, *metior*. *Pyrometre*, *mensura ignis* : de *πυρ*, ignis ; & de *μετρον*, *metior*.

n'avoit pas de *Point fixe*, pour évaluer ce qu'on devoit entendre par un degré de dilatation & de condensation.

Réaumur entreprit de faire des *Thermometres de comparaison*, dont le langage se fit entendre uniformément à toute la terre; & il y réussit. Nous allons faire connoître lumineusement & en peu de mots, sur quels principes scientifiques est construit cet utile Instrument. (*Fig. 10.*)

211. CONSTRUCTION. I°. Soit une boule creusée de verre A, surmontée d'un petit canal cylindrique AB d'une capacité fort petite & parfaitement égale dans toute sa longueur. Qu'on emplisse d'un mercure très-pur, cette boule & ce canal, jusqu'à une certaine hauteur D; & qu'après avoir mis la boule dans l'eau bouillante, pour faire sortir ce qu'elle peut avoir de mercure superflu, on bouche hermétiquement le canal en B, en n'y laissant point d'air autant qu'il est possible.

Boucher hermétiquement un vase, c'est le fermer de telle sorte que l'air ne puisse s'y insinuer en aucune manière.

II°. Qu'on enveloppe de neige ou de glace pilée, la capacité remplie de mercure, pendant environ une demi-heure. Le mercure se *condensant*, descendra dans le canal jusqu'à un point fixe C, qu'on marquera avec un fil; & qu'on nomme le *Point de la congelation*.

III°. Qu'on mette doucement & peu à peu ce même instrument dans l'eau bouillante: en sorte que l'eau bouillante enveloppe à peu près toute la partie où se trouve le mercure. Le mercure se *dilatant*, montera dans le canal jusqu'à un certain point fixe B, qu'on marquera également avec un fil, & qu'on nomme le *Point de l'eau bouillante*.

IV°. Qu'on divise enfin exactement avec un compas, l'espace BC, compris entre le point de la congelation & le point de l'eau bouillante, en quatre-vingt parties égales, qu'on nomme *Degrés*; & qu'on tracera proprement sur un papier à côté du canal cylindrique. Ayant divisé en degrés exactement égaux, tout l'espace BC, depuis le point de la congelation zero, jusqu'au point de l'eau bouillante, & depuis le même point de la congelation jusqu'à la boule à peu près: on aura un *Thermometre de comparaison*, qui marquera fidèlement la température présente du lieu où il se trouvera placé.

Au lieu de diviser l'espace compris entre le point de la congelation & le point de l'eau bouillante en quatre-vingt parties ou degrés, on pourroit prendre une autre division quelconque. La division de quatre-vingt degrés, a été préférée par Réaumur, & adoptée par la plupart des Physiciens: sans doute

parce qu'en donnant des degrés plus sensibles, elle est divisible assez loin par moitiés, en 40, en 20, en 10, en 5; ce qui rend la graduation plus exacte & plus facile. Les Remarques suivantes vont achever de faire connoître la théorie du Thermometre de comparaison.

212. REMARQUE I. Le *Mercur*e a en lui-même, dans tous les pays du monde, une égale disposition à se dilater ou à se condenser, sous un même degré de chaleur ou de froidure.

Donc la quantité de chaleur qui, excédant le degré de la congelation, dilatera en France le mercure, d'une quatre-vingtième partie de la dilatation qu'il faudroit pour atteindre au point de l'eau bouillante, opérera la même dilatation en Chine, en Canada, au Brésil; & donnera un degré au-dessus de la congelation, dans ces Régions, comme en France.

Donc, par la même raison, un degré déterminé de froid qui, excédant le froid de la glace pilée, condensera en France le mercure, de dix quatre-vingtièmes, ou de dix degrés, le condensera également de dix degrés ou de dix quatre-vingtièmes, en Turquie & en Sibérie; & donnera précisément en tous ces pays, dix degrés au-dessous de la congelation.

Il n'est point nécessaire que, dans les Thermometres de comparaison, les boules soient, de part & d'autre, proportionnelles à la capacité des tubes cylindriques, à côté desquels on marque les degrés. Si, les boules étant égales, les cylindres sont inégaux en capacité, les degrés auront plus d'étendue dans le plus petit tube, & moins d'étendue dans le plus grand tube. Mais la quantité de la dilatation ou de la condensation sera toujours fidèlement marquée par les deux tubes, dont les degrés plus ou moins étendus sont toujours des quatre-vingtièmes de la dilatation totale qu'il faut pour atteindre depuis le point de la congelation jusqu'au point de l'eau bouillante, qui sont les deux points fixes & invariables d'où part la division dans tous les Thermometres.

213. REMARQUE II. Il conste par mille & mille expériences, que l'*Eau de pluie & de fontaine*, arrivée au point d'ébullition dans un vase ouvert, a un degré de chaleur uniforme dans toute la terre: elle donne donc par-tout une dilatation uniforme au mercure.

Après deux ou trois bouillons, cette eau a acquis le plus haut degré de chaleur qu'elle puisse atteindre dans un vase ouvert; & en bouillant ensuite pendant plusieurs heures, elle ne fait que se conserver dans le même degré de chaleur: sans doute parce que les particules aqueuses, qui ont acquis toute la chaleur dont elles sont susceptibles en vase ouvert,

s'évaporent, & échappent à l'action du feu qui ne peut s'accumuler dans elles. L'Eau en vase clos, est susceptible d'un degré de chaleur accumulée, qui va jusqu'à l'incandescence.

L'Eau de mer, dans l'état d'ébullition en vase ouvert, a plus de chaleur que l'eau de fontaine; l'huile, beaucoup plus que l'eau de mer; le mercure, incomparablement plus que l'huile. Selon les observations d'un Académicien de Lyon, le Thermometre qui, mis à l'épreuve de la glace & de l'eau bouillante commune, monte à 80 degrés, s'élève dans l'eau de mer bouillante, à près de 82; dans le mercure bouillant, à 172.

214. REMARQUE III. Il consiste également par l'expérience, que la glace pilée, soit en été, soit en hiver, a un égal degré de froid, dans toutes les contrées de la terre: elle doit donc donner par-tout au mercure, une égale condensation.

L'uniformité de chaleur dans l'eau bouillante, l'uniformité de froidure dans la glace pilée, fournissent donc, comme on voit, le moyen de faire des *Thermometres de comparaison*, selon la méthode que nous avons tracée. Les régions qui n'ont ni neige ni glace, ont de la grêle; & la grêle fait précisément le même effet que la glace pilée, laquelle a précisément la même intensité de froid que la neige. Ainsi, en tout pays du monde, on peut se procurer aisément des thermometres de comparaison; & ces thermometres, en quelque pays qu'ils soient construits, qu'ils soient appliqués aux observations, dans la zone torride ou dans la zone glaciale, donneront des mesures de froid & de chaud, qui seront entendues, qui seront comparables, dans toutes les contrées de la terre.

Un Thermometre de comparaison, pour évaluer la température de l'Atmosphère, doit être exposé au nord & à l'ombre, à l'abri de toute réverbération qui puisse altérer sensiblement la température de l'air environnant. Le plus grand degré de froid, est communément à l'instant où le soleil va se lever: le plus grand degré de chaleur, est communément vers les deux ou trois heures après midi.

Tandis que le mercure se soutient au-dessus du point de la congélation, l'eau ne gele point. Le mercure vient-il à descendre jusqu'à ce point de la congélation? L'eau commence à se geler, à moins que l'agitation du vent, ou quelque autre cause étrangère, ne l'en empêche.

Dans les grands froids, le mercure descend de beaucoup au-dessous du point où le fixe la glace pilée. Il descendit à Paris à 15 degrés & un quart plus bas en 1709, pendant ce

froid célèbre qui désola l'Europe. Dans les régions septentrionales, en Laponie, en Norvege, en Sibérie, il descend assez communément pendant l'hiver, jusqu'à 40 & 50 degrés au-dessous de la congélation : en sorte que ces régions éprouvent habituellement chaque année, un froid deux ou trois fois plus grand que celui qu'on essuya en France en 1709, & que nous y avons vu renaître en 1767, en 1768, en 1776.

Ce qui n'est pas moins étonnant, c'est que dans les régions brûlantes de la Zone torride, si on en excepte le Sénégal & un petit nombre d'autres contrées de l'Afrique, le Thermometre, dans les plus grandes chaleurs de l'été, ne monte pas beaucoup plus haut qu'à Rome, qu'à Marseille, qu'en plusieurs autres villes de l'Europe : ce qui prouve que les intolérables chaleurs de la zone torride, accablent plus par leur continuité, que par leur intensité.

215. REMARQUE IV. C'est sur les mêmes principes, & d'après la même méthode, que l'on fait aussi des Thermometres d'esprit de vin & d'autres liqueurs semblables, que l'on colore comme on veut.

Mais on a observé que ces liqueurs sont quelquefois sujettes à certaines fermentations intérieures : ce qui fait que ces sortes de Thermometres ne correspondent point, dans ces circonstances, au degré de froid extérieur qu'ils devraient marquer. C'est pour cette raison que dans les Thermometres, on donne la préférence au mercure, lequel n'éprouve point de semblables fermentations.

Un Thermometre bien fait, est regardé par tous les Physiciens, comme une regle sûre & infaillible pour évaluer dans une infinité d'expériences, le degré précis de chaleur & de froidure, que l'on cherche à connoître.

#### PHÉNOMENES DU PYROMETRE.

216. DESCRIPTION. Le *Pyrometre* est un instrument destiné à mesurer la quantité de feu qui pénètre un corps, ou à faire connoître la quantité de dilatation que le feu produit dans ce corps. (*Fig. 15*).

Soit une baguette de fer *AB*, qui, fixe & immobile au point *A*, aboutisse par le point *D* à une roue dentée *DN* : en telle sorte que si la baguette s'allongeait d'une ou deux lignes, elle fit faire un tour entier à la roue *DN*, laquelle s'engrene avec une autre roue *M*.

Si on place plusieurs petites bougies allumées sous la baguette *AB* : cette baguette, dilatée par la chaleur, s'étendra & s'allongera en *D*, fera tourner la roue dentée *DN*, la-

quelle, par une seule révolution, fait faire une foule de révolutions à la roue M.

Par cette communication de mouvement, une Aiguille mobile RS tourne avec une grande rapidité, tant que la chaleur des bougies augmente la chaleur & la dilatation de la baguette AB; & quand on ôte les bougies, l'aiguille tourne en un sens contraire, à mesure que la baguette de fer AB, perdant sa chaleur & sa dilatation, revient à son premier état de condensation.

## ARTICLE SECOND.

### SOLIDITÉ ET FLUIDITÉ DES CORPS.

217. OBSERVATION. **L**ES Corps sensibles sont formés d'un nombre immense d'éléments d'une ténuité inconcevable: éléments adhérens entre eux, dans les corps durs ou solides; non adhérens entre eux, dans les corps liquides & fluides. Quelle est la cause de cette adhérence dans les uns, de ce défaut d'adhérence dans les autres? Tel est le grand problème que nous allons tâcher de résoudre: problème qui, par son universalité, ne s'étend à rien moins, comme on voit, qu'à toutes les substances matérielles qui forment l'Univers.

I°. Les Péripatéticiens attribuoient la *Solidité* & la *Fluidité* des corps, à deux qualités occultes, dont l'une opéreroit la solidité, & l'autre la fluidité; & cette opinion revit encore dans quelques prétendus Philosophes qui, pour rendre raison de ces deux grands phénomènes, se bornent à dire que les Corps sont solides ou fluides, parce que telle est leur nature.

Opinion inepte & anti-philosophique! Les Corps n'ont d'autre nature spécifique, que celle qui résulte des Loix générales de la Nature: soit qu'on en connoisse, soit qu'on en ignore l'influence. Un Philosophe n'est pas obligé de connoître toujours les causes des phénomènes: mais il ne doit jamais assigner aux phénomènes, des causes ridicules ou absurdes.

II°. Gassendi fait résulter la Solidité des corps, d'un entrelacement de divers atomes branchus & crochus; & la fluidité, du défaut d'un tel entrelacement. Cette opinion, moins déraisonnable que la précédente, n'est pas moins insoutenable & inadmissible: puisque ces éléments primitifs, entrelacés les uns avec les autres, ne pourroient se séparer sans rompre leurs branches & leurs angles; & que ces éléments primitifs, selon Gassendi lui-même, sont inséçables & indestruc-

tibles & dans leur tout & dans toutes leurs parties. D'où il résulteroit que les corps durs seroient tous d'une dureté infinie ; & qu'aucune cause ne pourroit vaincre & détruire l'adhérence de leurs parties.

III<sup>o</sup>. La Solidité & la Fluidité , ainsi que tous les autres phénomènes , doivent avoir pour cause , les Loix générales de la Nature ; savoir , ou l'Impulsion , ou l'Attraction , ou l'une & l'autre. C'est cesser d'être Physicien , que d'en chercher d'autres causes ; & c'est aussi dans ces deux seules Loix de la Nature , que nous allons chercher l'explication du phénomène dont il est ici question.

#### LA SOLIDITÉ , PAR IMPULSION.

218. SENTIMENT I. Selon Descartes & selon Malebranche , la *Solidité des corps* a pour cause , la pression d'une Matière subtile , de l'Ether Cartésien , qui , avec une force immense plus ou moins contrariée , presse de toute part vers un centre commun , un amas d'éléments plus grossiers , & les applique l'un contre l'autre. Cette matière subtile étoit sans élasticité , selon Descartes : elle est élastique selon Malebranche & selon tous les modernes Cartésiens. Mais , élastique ou non-élastique , elle a une pression d'où résulte , dit-on , la solidité de certains corps , ou l'adhérence réciproque de leurs parties. Développons & examinons ce Mécanisme cartésien.

1<sup>o</sup>. Soit une Machine de Magdebourg , divisée en ses deux hémisphères creux. (625). Si on pompe l'air enfermé dans ces deux hémisphères , l'air environnant les presse l'un contre l'autre , & leur donne une adhérence qui ne pourra être vaincue que par une force égale à un poids de cent ou de deux cens livres. C'est-là l'image , selon les Cartésiens , du Mécanisme physique qui produit la dureté ou la *solidité des Corps*.

Deux éléments de matière rameuse & canelée , deux molécules dont les faces sont capables de s'appliquer parfaitement l'une contre l'autre , se trouvent-elles contiguës dans le tems où se forme un corps , tel que le bois ou le marbre ? La matière subtile , l'éther cartésien , qui emplit la Nature , presse ces deux molécules l'une contre l'autre , avec une force immense. De-là l'adhérence de ces deux molécules entr'elles : de-là l'adhérence semblable de toutes les autres molécules qui forment le même corps.

La matière qui produit cette pression , est la matière qui emplit l'immensité des cieux , selon les Cartésiens : c'est-à-dire , la matière du premier & du second élément de Descartes , la matière subtile & la matière globuleuse , élastique ou non-élastique. (163).

II°. Si un Corps étoit composé tout entier d'éléments dont toutes les surfaces fussent parfaitement unies & totalement contiguës ; ce corps entier seroit d'une adhérence ou d'une *durété comme infinie*, selon les Cartésiens : puisque, pour vaincre cette adhérence des parties entr'elles, il ne faudroit rien moins qu'une force capable de surpasser la pression de tous les cônes de matière éthérée, qui, aboutissant de toute part à tous les points de ce corps solide, s'étendent sans aucun vuide jusqu'à la région des étoiles, ou peut-être jusqu'à la dernière couche de la matière & du monde.

III°. Mais comme les *Corps durs & solides* ne sont pas composés d'éléments qui puissent s'appliquer les uns aux autres dans toute l'étendue de leurs surfaces ; & que parmi ces éléments principes des corps, il y en a de différente masse & de différente figure : il s'ensuit que les Corps solides ne doivent pas avoir tous la même durété ou la même adhérence de parties.

Par exemple, les Corps sont *plus durs*, ou ont leurs parties plus fortement adhérentes les unes aux autres : quand leurs éléments sont plus contigus & moins divisés par des couches intermédiaires de matière subtile. Les Corps sont *moins durs*, ou ont leurs parties moins adhérentes entre elles : à proportion que leurs molécules rameuses & anguleuses sont moins contiguës & plus divisées par des couches intermédiaires de matière éthérée, laquelle, communiquant avec la matière extérieure, tend, par sa pression ou par son élasticité, à écarter les éléments plus massifs entre lesquels elle se trouve interposée, avec une force proportionnelle à sa quantité.

De-là, selon les Cartésiens, la différente durété ou solidité du plomb, de l'or, de l'acier, du diamant. Le diamant est plus dur que le plomb : parce que la pression extérieure de la matière éthérée est moins détruite dans le diamant que dans le plomb, par la réaction ou par la pression contraire de la matière éthérée qui se trouve répandue entre les éléments de ces deux corps.

IV°. Si un Corps est composé d'éléments sphériques, ou cylindriques, ou pyramidaux, ou d'une figure quelconque qui donne peu de contact entre ces éléments : ce corps sera sans adhérence, ou d'une adhérence sensiblement nulle ; ce corps sera *liquide ou fluide* : parce que la matière subtile, interposée de toute part en très-grande abondance entre ses éléments, tend intérieurement à les écarter, autant que la matière subtile environnante tend extérieurement à les unir. Ces deux forces opposées, & sensiblement égales, se détruisent réciproquement, & leur effet doit être nul. Telle



est l'eau, tel est l'air, telle est la lumière, tels sont tous les corps liquides & fluides.

219. RÉFUTATION. Ce Système cartésien, très-philosophique à bien des égards, le plus ingénieux & le plus satisfaisant qu'on puisse imaginer dans l'hypothèse du Plein, s'écroule & s'évanouit nécessairement avec cette hypothèse, qui n'est aucunement soutenable, qui est toute fabuleuse, qui se trouve diamétralement opposée à tous les grands phénomènes de la Nature : comme nous le ferons voir ailleurs. (792 & 793).

Il est démontré à la vérité, que dans toute hypothèse, il faut nécessairement admettre l'existence d'une Matière très-subtile, toujours en action & en mouvement : existence évidemment démontrée par les phénomènes de l'électricité, de l'aimant, du feu, de la lumière.

Mais l'existence d'une telle Matière, n'a rien de commun avec celle de laquelle Descartes & Malebranche font naître le phénomène de la dureté des corps : puisque la matière subtile, dont l'existence est démontrée, ne suppose point une pression uniforme en tout sens dans le Plein, se concilie avec les Vuides immenses de Newton, doit plutôt rendre à écarter qu'à unir les élémens des Corps qu'elle pénètre, & qu'elle enfile avec tant de vitesse & de liberté, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, & jamais uniformément en tout sens.

LA SOLIDITÉ, PAR ATTRACTION OU PAR  
AFFINITÉ.

220. SENTIMENT II. Selon la plupart des Chymistes & des Physiciens modernes : la *Solidité des Corps*, ou l'adhérence de leurs parties entr'elles, a pour cause l'Attraction spéciale entre les élémens dont sont formés ces corps. La Fluidité des Corps, ou le défaut d'adhérence entre leurs parties, a pour cause le défaut d'une semblable Attraction entre les élémens qui les composent.

1<sup>o</sup>. Il est certain que l'Attraction générale, cette Attraction qui produit le grand phénomène de la Pesanteur, ne peut produire dans les Corps terrestres, aucun mouvement qui les fasse tendre sensiblement les uns vers les autres, aucune adhérence qui s'oppose sensiblement à leur séparation ; & que si l'Attraction générale produit quelque effet infiniment petit de tendance ou d'adhésion entre les corps terrestres, cet effet a lieu dans les Corps liquides, ainsi que dans les Corps solides.

Donc la *Solidité des Corps*, qui est un effet très-sensible

& très-marqué, un effet capable de vaincre souvent la plus grande force, un effet qu'on n'observe pas dans tous les corps, n'a point pour cause l'Attraction générale qui affecte indifféremment tous les corps, qui les presse tous également vers certains centres communs selon certaines loix; mais qui, en vertu de ces mêmes loix, ne doit point les rendre adhérens les uns aux autres d'une manière sensible.

II°. Nous venons d'observer que l'impulsion ou la pression d'une Matière quelconque, ne rend pas plus heureusement raison du grand phénomène de la solidité des corps.

De quelle cause peut donc dépendre ce phénomène, si ce n'est de l'Attraction spéciale, ou de la Loi d'Affinité: puisque tous les phénomènes de la Nature paroissent avoir pour cause, ou la Loi d'impulsion, ou la Loi d'attraction générale, ou la Loi d'affinité?

P R O P O S I T I O N.

221. *Le grand phénomène de la Solidité & de la Fluidité des Corps, paroît être une dépendance de la Loi d'Affinité.*

EXPLICATION. I°. Soit un Corps quelconque, dont les élémens soient analogues, dont les élémens aient des surfaces propres à acquérir un grand & intime contact. L'Attraction spéciale entre ces élémens sera dans sa plus grande force (123); & l'effet de cette attraction sera une très-grande adhérence entre ces élémens, & par-là même, une grande dureté dans ce corps.

Ce Corps ne pourra être divisé que par une force supérieure à la somme de toutes les attractions qui produisent l'adhésion dans les élémens qu'on voudroit séparer. Ce corps sera un Corps solide, un corps de la plus grande dureté.

II°. Soit un autre corps quelconque, dont les élémens ne soient point analogues, ou dont les élémens analogues & homogènes ne puissent se toucher que dans d'infiniment petites portions de leurs surfaces, tels que sont des globules. L'attraction spéciale, qui seule peut opérer efficacement le phénomène de la dureté, n'aura point prise sur ces élémens: soit à raison du défaut d'affinité; soit à raison du défaut de contiguïté.

Le corps composé d'élémens sans affinité, sans analogie, sera liquide ou fluide: parce que ces élémens n'ont point l'affinité requise pour s'attirer réciproquement & pour adhérer entr'eux avec une force sensible.

Le corps composé d'élémens homogènes de figure sphérique, sera aussi fluide ou liquide: parce que ces élémens, quoiqu'analogues, ne se toucheront que dans une infiniment petite portion de leurs surfaces; & que le peu d'at-

traction qu'ils pourroient acquérir par la contiguité de quelques points de leurs surfaces, sera facilement détruite & anéantie par l'action de la Matière ignée, qui a un mouvement très-rapide & toujours permanent entre ces élémens contigus.

III°. Soit encore un Corps composé ou d'élémens médiocrement analogues, ou d'élémens très-analogues, mais propres à se toucher par des surfaces médiocrement grandes. Ce corps aura une *Dureté médiocre*, qui tiendra une espece de milieu entre les corps les plus durs, tels que le diamant; & les corps privés de toute dureté, tels que l'air, l'eau, les huiles.

IV°. Soit enfin un Liquide homogène, tel que l'eau, qui dans un grand froid soit pénétré d'une immense quantité de particules frigorigènes, voiturées par les vents & les frimats, propres à s'unir & à adhérer à ses molécules. Les molécules de ce liquide, par l'échappement du fluide igné qui se dissipe, par leur union avec les particules frigorigènes qui s'insinuent dans leurs vuides comme autant de petits coins, acquièrent un contact plus grand & plus intime; donnent prise à la Loi d'Affinité, qui ne manquoit son effet, que faute d'une contiguité suffisante.

Ce Liquide se change donc en *Corps solide*, en glace: jusqu'à ce que le fluide igné, rentrant en abondance dans cette glace, vienne expulser à son tour ces corpuscules frigorigènes; & rendre aux molécules du Liquide, leurs vuides, leur désunion, leur peu de contiguité.

222. APPLICATION. Pour donner un nouveau jour à cette théorie, nous allons l'appliquer à divers phénomènes que nous présente la Nature, relativement à la Solidité & à la Fluidité des Corps.

I°. Les Colles servent à unir & à lier ensemble, ou des corps analogues, qui manquent de contiguité; ou des corps hétérogènes & sans analogie, qui manquant d'affinité entre eux, en ont réciproquement avec les colles. Interposées entre ces corps, les colles s'appliquent intimement à leurs concavités qu'elles emplissent, & auxquelles elles adhèrent avec plus ou moins de force, selon le plus ou moins grand degré de leur affinité & de leur contiguité. Les colles les plus fortes & les plus adhérentes, sont communément celles qui sont le moins accessibles à l'eau, à l'air, à la matière subtile.

II°. Le Feu rend fluides les métaux: parce que la matière ignée, élançée en torrens d'une inconcevable vitesse dans l'intérieur de ces substances, en écarte les élémens avec une force supérieure à la force d'attraction ou d'affinité,

qui les unissoit & les rendoit adhérens entr'eux. L'action du feu cesse-t-elle ? La force d'affinité n'est plus détruite par une force opposée : elle produit donc de nouveau son effet ; & les métaux redeviennent solides.

III°. Certains Corps en poudre, tels que la farine & le gyp, acquierent de la consistance, par leur mélange avec l'eau : parce qu'en s'insinuant dans leurs molécules, l'eau les dilate & leur donne un plus grand volume, qui facilite leur contact ; & que l'attraction de l'eau est d'ailleurs propre à servir de lien commun à toutes ces molécules désunies : la plupart des corps retenant avec une très-grande force, les dernières parties de l'eau à laquelle ils sont unis. (125).

IV°. Les Corps mous, tels que le mortier, la terre grasse, le plâtre délayé dans l'eau, se durcissent à l'air : parce que la partie aqueuse, interposée entre la partie terreuse, s'évapore ; & que les élémens du mortier, de la terre grasse, du plâtre, se rapprochent & acquierent un plus grand & plus intime contact, à mesure que l'eau surabondante se retire & se dissipe.

V°. Le Fer se durcit sur l'enclume & sous les marteaux : parce que les secousses qu'il éprouve dans l'état d'incandescence où l'on le bat ; forcent ses parties homogènes & ductiles à s'unir plus immédiatement entr'elles, tandis que ses parties hétérogènes jaillissent en petites fusées hors de son sein.

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

223. OBJECTION I. Dans l'hypothèse même du Vuide & des grands Vuides de Newton, l'Air & la Matière subtile semblent suffire pour opérer la pression, d'où Descartes & Malebranche font dépendre la *Solidité des corps* : donc la chute du système des Tourbillons, système aujourd'hui abandonné de presque tous les Physiciens, n'entraîne point la ruine de l'opinion de Descartes & de Malebranche, sur la solidité des Corps.

RÉPONSE. L'Air & la Matière subtile sont deux agents dont l'action influe infiniment dans une foule de phénomènes, mais dont l'influence est nulle, ou comme nulle, dans le phénomène de la solidité des corps.

I°. Il est certain que l'air environnant presse par son ressort toutes les parties d'un globe de marbre ou de bois, vers le centre de ce globe. Mais l'expérience nous apprend que cette pression de l'air environnant n'influe qu'infiniment peu dans la dureté ou solidité des corps : puisque les corps durs & solides conservent sensiblement la même dureté, ou la même résistance à leur division ; soit qu'on les divise en

plein air, soit qu'on les divise dans le vuide opéré par le moyen de la Machine pneumatique.

Un fil de soie, un crin de cheval, qui n'ont que la force suffisante pour soutenir un poids déterminé en plein air, soutiennent encore le même poids dans le vuide : donc ce fil de soie ou de chanvre, ce crin de cheval, ne doivent point leur solidité à la pression de l'air. On peut dire la même chose de tous les autres corps solides. Un petit morceau de bois, par exemple, est sensiblement aussi difficile à couper, à fendre, à diviser d'une manière quelconque, dans le Vuide, qu'en plein air.

II°. Il est certain qu'il y a dans la Nature, une *Matiere subtile*, différente de celle de Descartes. Cette matiere subtile, dont l'existence est démontrée, dont les effets se font sentir dans une infinité de phénomènes, est un fluide composé de molécules d'une infinie petitesse, mu en divers sens avec une vitesse inconcevable & toujours permanente, capable de s'insinuer avec une étonnante facilité à travers les corps les plus denses & les plus durs. Un tel fluide, loin de produire la dureté & la solidité dans les corps, paroît au contraire devoir lutter par son impulsion, contre l'adhérence des corps qu'elle pénètre, & qu'elle ne peut pénétrer sans tendre à en écarter les parties.

Ainsi, c'est l'Attraction ou l'Affinité des élémens, qui produit l'adhérence de ces élémens dans les corps solides ; & c'est la *Matiere subtile*, qui tempere & qui diminue l'effet de cette force attractive, laquelle auroit un effet plus grand, sans l'action opposée de la matiere subtile.

224. OBJECTION II. Dans l'hypothese que nous adoptons, les Corps les plus denses & les plus compactes devroient être les plus durs : puisque ces corps ont plus d'élémens, moins de vuides, plus de contiguité. Or l'expérience démontre le contraire : puisque l'or, qui est le plus dense de tous les corps, est beaucoup plus dense & beaucoup moins dur que le diamant ; & que ces deux corps paroissent d'ailleurs formés d'élémens très-homogenes, très-analogues, très-propres à s'attirer.

RÉPONSE. Dans les Corps composés d'élémens analogues, la plus grande dureté résulte du contact le plus grand & le plus immédiat. Or il peut se faire aisément qu'un corps très-poreux ait dans ses élémens un contact plus grand & plus immédiat, qu'un autre corps moins poreux. La chose dépend, comme nous allons l'expliquer, de l'arrangement des élémens & de la disposition des pores.

I°. Soient plusieurs plaques de marbre ou de métal, par-  
faitement

faitement polies dans leurs surfaces, mais percées d'un nombre considérable de grands trous, comme des cribles : enforte qu'il y ait dans ces plaques beaucoup plus de vuide que de plein. Que l'on unisse ensemble ces plaques, de telle façon que toutes les ouvertures se répondent ; & que les parties solides se touchent dans tous les points de leur surface.

Voilà un Corps qui sera *très-poreux*, à cause du nombre & de la grandeur de ses vuides : qui sera en même tems *très-dur*, à cause de l'union intime & parfaite qu'auront ses parties solides.

II°. Soit maintenant un autre corps composé de plaques qui aient deux ou trois fois moins de vuides, mais dont les parties solides soient moins analogues, plus raboteuses, moins propres à s'unir intimement dans leurs surfaces.

Ce corps, quoique plus dense & plus compacte, sera moins solide & moins dur que le précédent : parce que ses élémens, qui s'unissent moins intimement, qui se touchent dans beaucoup moins de parties, sont moins en prise à la Loi d'Affinité. Il est donc faux que, dans l'hypothèse que nous adoptons, les corps les plus denses doivent être toujours les corps les plus durs.

III°. Dans l'hypothèse que nous adoptons, le diamant peut donc avoir une plus grande somme de pores que l'or ; & être cependant beaucoup plus dur que l'or.

Que les élémens ou les parties solides du diamant, aient & une très-grande affinité, & une contiguité parfaite dans leurs points de contact. Les pores répandus de toute part à côté de ces parties solides, n'empêcheront pas la solidité de ce corps.

Que les élémens ou les parties solides de l'or, aient au contraire, ou une affinité moins grande, & une contiguité moins intime & moins étendue dans leurs points de contact. Les élémens de l'or, quoique plus condensés, seront moins adhérens entre eux : parce qu'ils seront moins en prise à la Loi d'attraction spéciale, dont l'effet dépend nécessairement & de l'affinité & de la contiguité des parties. (91).

225. OBJECTION III. Il s'ensuivroit de notre hypothèse, que quand un corps dur, par exemple un diamant, est divisé en deux morceaux ; il ne faudroit qu'appliquer l'une contre l'autre les deux portions divisées, pour leur rendre toute leur adhérence primitive : ce qui ne s'accorde point avec l'expérience.

RÉPONSE. I°. Il consiste par l'expérience, que si on a deux Plans de marbre ou de verre, parfaitement polis ; & qu'on les applique intimement l'un contre l'autre, en les faisant

glisser parallèlement sur leurs surfaces huilées ; ces deux Plans s'attachent & adhèrent fortement l'un à l'autre : de sorte qu'il faudra une force assez considérable, pour les séparer l'un de l'autre, en luttant contre eux dans une direction perpendiculaire à leurs surfaces unies.

Or, il est visible qu'on ne peut attribuer ici cette adhérence des deux Plans entre eux, qu'à leur *Attraction réciproque* : puisque cette adhésion a lieu encore très-sensiblement dans le Vuide, sous la Machine pneumatique, où la pression de l'air cesse d'agir ; & où il seroit absurde d'imaginer une pression occasionnée par une Matière subtile quelconque. (219 & 223).

II°. Si on pouvoit diviser en deux simples portions, un diamant ou morceau de marbre, & donner ensuite aux deux portions divisées, la même union totale qu'elles avoient avant la division : ces deux portions reprendroient en plein leur adhérence primitive.

Mais quand on divise un Corps solide, l'effort de la division fait jaillir en éclats, une infinité de petites particules qui se dissipent ; & quand on réunit les portions principales, les concavités sans nombre dont se trouvent hérissées les surfaces qu'on rapproche, les molécules de l'air & de la matière subtile qui restent interposées entre les parties mêmes qui s'unissent, empêchent ces fragmens, de reprendre la même étendue & la même intimité de contact, qu'ils avoient avant la division. Ces parties divisées ne doivent donc pas avoir la même adhérence qu'auparavant.

III°. Quand on polit deux surfaces de marbre, ou de verre, ou d'acier, pour les appliquer le plus immédiatement qu'il est possible l'une contre l'autre : les instrumens grossiers dont on est obligé de se servir, laissent toujours, dans les surfaces les plus unies, des concavités, des élévations, des rainures, des inégalités de toute espèce, que l'œil aperçoit à l'aide d'un Microscope ; & qui empêchent l'union intime que prennent naturellement ces corps, dans leur cristallisation naturelle ou artificielle. De-là, l'adhérence incomparablement moindre de ces surfaces appliquées l'une à l'autre.

## ARTICLE TROISIEME.

### ÉLASTICITÉ DES CORPS.

226. OBSERVATION. IL y a dans la Nature, & des Corps élastiques, & des Corps non élastiques.

Les premiers ont dans eux-mêmes comme un ressort, qui tend, quand on les infléchit ou qu'on les comprime, à les remettre dans leur état naturel.

Les derniers manquent d'un semblable ressort; & quand on les infléchit ou qu'on les comprime, ils conservent le dernier état qu'on leur a donné, sans faire aucun effort pour reprendre l'état primitif qu'on leur a fait perdre.

Si on laisse tomber sur un Plan de marbre, une boule d'argille humide, elle se comprime, & reste comprimée. Si on laisse tomber sur le même plan une boule d'ivoire, elle se comprime (205), & reprend à l'instant sa rondeur précédente. La première est un corps non élastique, ou sans ressort: la seconde est un corps élastique, ou à ressort.

227. DÉFINITION. On nomme donc *Elasticité des Corps*; cette vertu ou cette propriété qu'ont certains corps, de tendre à se remettre d'eux-mêmes dans leur état naturel: quand une force extérieure & étrangère cause quelque changement à cet état naturel.

Le grand phénomène de l'Elasticité des Corps, est sûrement une dépendance des Loix générales d'Impulsion & d'Attraction. Mais il n'est pas facile d'expliquer le mécanisme & de faire sentir l'influence de ces Loix générales dans ce phénomène.

En attendant que la Physique puisse nous donner de plus grandes lumières en ce genre; ce qui n'arrivera peut-être jamais: voici notre idée & notre opinion sur la Cause physique de l'Elasticité.

#### PROPOSITION.

228. *L'Elasticité des Corps paroît avoir pour cause physique, & l'adhérence assez grande de leurs élémens entre eux, & l'action de certains fluides interceptés dans leurs pores.*

EXPLICATION. Il est certain qu'il existe, entre certains élémens, une *Affinité réelle* qui produit leur adhérence plus ou moins grande: adhérence sans laquelle il n'y a point d'élasticité. Il est certain qu'il existe une *Matière subtile*, toujours en mouvement, & destinée à réparer & à entretenir l'action de la Nature. De cette double Cause physique, résulte assez naturellement le phénomène de l'Elasticité, dont voici la théorie générale.

1<sup>o</sup>. Les Corps se forment dans la Nature, au milieu de l'action même de la Nature: de sorte que la matière ignée, la matière électrique, la matière magnétique, fluides toujours répandus & toujours en action autour des corps, se font & se conservent par-tout des passages analogues à leurs



molécules, à travers les divers Mixtes qui naissent & qui se développent.

II°. Les Elémens qui forment les plantes, les pierres, les métaux, & autres corps solides, adherent les uns aux autres, selon leur plus ou moins grand degré d'affinité & de contact. (221). De-là leur Dureté, qui doit, comme nous l'expliquerons bientôt, contribuer à leur Elasticité.

III°. Les Fluides qui enfilent & pénètrent en liberté ces Mixtes dans leur état naturel, cesseroient de les enfler & de les pénétrer avec la même liberté : si les sentiers analogues à leurs molécules, qu'ils se sont formés dans l'intérieur de ces mixtes, étoient rétrécis par un côté & agrandis par l'autre. De-là naît un obstacle au courant de ces fluides, & une impulsion contre les parties qui s'opposeroient à leur libre passage.

IV°. Il peut se faire aisément que des *Portions de ces divers fluides*, qui s'insinuent dans les Mixtes pendant leur formation & pendant leur accroissement, y restent emprisonnées dans des pores enveloppés de toute part de molécules impénétrables. Dans ce cas, ces divers Fluides, dont la nature est d'être toujours en action & en mouvement, se mouvront persévéramment dans ces especes de prisons d'où ils ne peuvent s'échapper, avec un mouvement circulaire, ou approchant du circulaire : selon la forme des concavités où ils sont retenus & captivés.

#### APPLICATIONS DE CETTE THÉORIE PHYSIQUE.

229. APPLICATION I. Soit une *Branche verte d'osier*, corps très-élastique, & que je suppose formé en ligne droite  $ACB$ . (Fig. 7).

I°. Cette branche prend & conserve comme d'elle-même, sa direction naturelle, en ligne droite : parce que les molécules qui la composent, arrangées selon l'exigence & la convenance de leur affinité, ont pris naturellement cette figure ; & que, selon l'axiome physique & politique, les choses se conservent par les mêmes principes & selon les mêmes loix qui les font naître.

II°. Mais cette branche vient-elle à être courbée en arc ou en demi-cercle  $acb$  ? Il est clair qu'elle ne peut prendre cette figure : sans que, dans la partie extérieure de la courbure, les molécules s'écartent & les pores s'agrandissent ; sans que, dans la partie intérieure de courbure, les molécules se rapprochent & les pores se rétrécissent.

Cette branche ainsi courbée a des pores parallèles à sa longueur, & des pores parallèles aux diamètres de son épaisseur. Les pores parallèles à sa longueur, se courbent en arc : les pores parallèles à son épaisseur, se forment en

cône ou en entonnoir. De tout cela, résulte & doit physiquement résulter l'*Elasticité de cette branche*: comme nous allons le faire voir & sentir.

230. EXPLICATION. I°. Dans la partie extérieure de la courbure: les molécules, auparavant contiguës, ont nécessairement acquis un petit écartement, ont nécessairement perdu un peu de leur contiguïté naturelle.

L'*Attraction réciproque* de ces molécules, qui subsiste toujours, & qui n'a pas son plein effet, tend donc sans cesse à rapprocher les molécules un peu écartées, & à leur rendre le même contact immédiat qu'elles avoient naturellement: ce qui ne peut avoir lieu, sans que cette branche tende, par l'effort général de toutes ses parties intégrantes, à reprendre sa figure primitive.

II°. Dans la partie intérieure de la courbure: les molécules contiguës, qui s'étoient naturellement arrangées dans leur formation selon leur plus grande convenance, selon leur plus haut degré d'analogie & d'affinité réciproque, se dérangent un peu par la compression; prennent des points de contact souvent moins analogues & moins sympathifans; compriment d'ailleurs des fluides qui, resserrés dans des espaces plus étroits, heurtent avec plus de force contre les obstacles par lesquels ils sont captivés: ce qui ne peut avoir lieu, sans que toutes les parties de cette branche tendent à se remettre dans leur état naturel.

III°. Les Fluides environnans, qui enfilent les pores de cette baguette dans sa longueur, tendent à se mouvoir, comme tous les corps, en ligne droite: ils tendent donc, par leur impulsion, à donner à cette branche la direction en ligne droite.

IV°. Les Fluides environnans, qui enfilent les pores de cette branche parallèlement aux diamètres de son épaisseur, trouvant des pores plus ouverts par un côté que par l'autre; se précipitent plus abondamment par les plus grandes ouvertures; & tendent, par leur impulsion, à s'ouvrir d'une surface à l'autre, des pores d'égale grandeur: ce qui ne peut s'effectuer, sans que la branche soit sollicitée à reprendre la figure & la direction qu'elle a perdue.

V°. Il est clair que de tout cela doit mécaniquement résulter l'*Elasticité de cette branche*; ou l'effort qu'elle fait pour reprendre sa figure primitive, quand une force extérieure lui fait prendre une figure différente.

Il sera facile d'appliquer le même mécanisme physique, à tous les Corps élastiques que forme la Nature. Ainsi l'explication détaillée que nous venons de fixer à cette bran-

che d'osier, devient une théorie générale en ce genre.

VI°. Si cette Branche d'osier, au lieu d'être droite, étoit naturellement courbée en arc : on ne pourroit la redresser, sans occasionner à toutes ses parties un dérangement semblable à celui qu'occasionne la courbure à une branche naturellement droite. Ainsi cette branche naturellement courbée en devenant droite, tendroit à reprendre sa courbure primitive.

231. APPLICATION II. Si, au lieu d'une branche d'osier, on courbe en arc une *Baguette de fer non-trempe* ; il n'y aura point d'élasticité : parce que le fer étant ductile, ses molécules ne prennent point le petit écartement qui seroit nécessaire pour donner lieu à leur attraction réciproque de déployer & de faire sentir sa force.

A mesure que deux molécules se séparent & s'écartent dans la courbure supérieure : ces deux molécules ductiles laissent une portion d'elles-mêmes dans l'intervalle qui sépare leurs extrémités, & il n'y a point de défaut de contiguïté. De même, à mesure que deux molécules se rapprochent par la compression dans la courbure inférieure : des portions de ces molécules ductiles s'écartent & prennent la même affinité avec les autres molécules qu'elles vont toucher. D'ailleurs, la ductilité du métal fait que cette matière, de quelque manière qu'on la tourne ou qu'on l'infléchisse, prend toujours le même arrangement de parties, à peu près la même disposition de pores, que lui a donnée sa cristallisation naturelle ou artificielle.

On voit donc ici qu'il faut nécessairement un certain degré de rigidité & un défaut de ductilité dans les Corps : pour que l'élasticité s'y déploie avec un degré de force sensible. La Trempe, comme nous l'expliquerons bientôt, fait perdre au fer sa ductilité ; donne une adhérence & une rigidité à ses parties, qui deviennent cassantes ; & par-là, le fer devient élastique & très-élastique.

On peut encore observer ici que, quoique l'action des Fluides influe dans l'élasticité ; l'Elasticité a cependant pour principale cause, l'attraction ou l'affinité des parties entr'elles, qui s'oppose à leur écartement & à leur déplacement.

232. APPLICATION III. Un *Fleuret*, composé d'un fer qu'on a battu sur l'enclume pour le purger de ses particules hétérogènes, & qu'on a plongé ensuite tout rouge de feu dans un mélange d'eau froide & d'autres substances pour lui donner la Trempe, a une très-grande élasticité : parce que la trempe lui a fait perdre sa ductilité ; a augmenté l'attraction & l'adhérence de ses parties, lesquelles

ne peuvent plus s'écarter, sans se diviser totalement, ou sans tendre fortement à se remettre dans le même état que leur a donné la Trempe.

Le froid du Liquide où l'on plonge le fer purifié dans l'état d'incandescence, resserre & condense ses parties; diminue l'ouverture de ses pores; empêche l'échappement de certains fluides tourbillonnans dans ses concavités; donne à toutes ses molécules une adhérence & une rigidité qui les fait tendre à se rejoindre & à se remettre dans leur premier état, quand elles souffrent le moindre écartement, le moindre dérangement. D'ailleurs, dans cet état de trempe, le même mécanisme des fluides a lieu pour une baguette d'acier trempé, comme pour la branche d'osier dont nous avons parlé plus haut. (230).

De-là l'action des Ressorts qui meuvent les montres & les pendules. La trempe leur fait prendre une position & une adhérence de parties, qu'on déränge & qu'on violente, en les pliant spiralement sur eux-mêmes. Leurs molécules, dans cette inflexion, s'écartant chacune de sa position naturelle d'une infiniment petite quantité, conservent encore assez de contiguité ou de proximité, pour que leur force attractive tende efficacement à faire franchir à toutes ces parties, l'infiniment petit intervalle qui les sépare. De-là, la force avec laquelle le ressort se détend.

Si ce Ressort vient à se casser, il n'y a plus d'attraction, & par-là même, plus d'adhérence, entre les parties séparées: parce qu'en les rejoignant, on ne leur donne pas suffisamment la contiguité de parties, que requiert la Loi d'Attraction spéciale. (90).

Quand un Ressort reste pendant un très-long tems excessivement tendu sans relâche, il perd son action en tout ou en partie: parce que les fluides qui le pénètrent sans cesse, s'ouvrent à la fin dans son sein, des passages libres; & que la matiere dont ils sont composés, reprend à la longue, dans cet état violent & toujours soutenu, assez de ductilité pour combler les petits intervalles que la tension a formés.

233. APPLICATION IV. Un Fleurer & un Ressort de montre perdent leur élasticité, quand on les fait rougir au feu: parce que l'action du feu dissipe & consume les substances que la trempe avoit insinuées dans leurs molécules; & qui, détruisant la ductilité de ces molécules, les mettoient en état de ne pouvoir s'écarter chacune infiniment peu de sa position, sans tendre avec une très-grande force à reprendre cette position primitive.

La matiere de ce fleurer & de ce ressort, redevenue

ductile, n'a plus une suffisante rigidité de parties ; rigidité toujours nécessaire à l'élasticité. (231).

234. APPLICATION V. Il n'y a point d'élasticité dans les Corps qui ont, ou une excessive rigidité, ou un défaut total d'adhérence, dans leurs parties intégrantes.

I°. Un Corps parfaitement dur, un corps dont les parties intégrantes ne seroient susceptibles d'aucun écartement, tel que les globules du second élément de Descartes, n'auroit aucune élasticité : parce qu'un tel corps, à raison de son infinie dureté, ne pourroit souffrir aucun écartement dans ses molécules.

On voit par-là, que la dureté ou l'adhérence des parties, qui est une condition nécessaire pour que l'élasticité ait lieu, empêche l'élasticité ; quand elle est portée trop loin.

II°. Un Corps sans aucune adhérence dans ses parties, tel que l'eau, le vin, tous les liquides, n'a aucune élasticité : parce que les molécules d'un tel corps, s'écartent sans effort, & sans tendre à se réunir. L'espace que laissent entr'elles deux molécules qui se séparent, est à l'instant occupé par d'autres molécules qui ont une égale affinité avec les molécules séparées : l'attraction réciproque des parties, dans un tel corps, a donc toujours son plein effet, & n'est jamais dans un état violent.

En général, tout Corps incompressible est sans élasticité : parce que tout Corps incompressible ne souffre aucun changement, ni dans ses parties intégrantes, ni dans ses pores. Un tel corps ne peut donc pas avoir une tendance à reprendre un état primitif qu'il ne peut perdre ; à satisfaire une attraction, qui a toujours son plein effet & que rien n'altère.

235. APPLICATION VI. Les Métaux, dans leur état naturel, ont très-peu d'élasticité : le Marbre & l'Ivoire en ont beaucoup.

I°. Les Métaux ont peu d'élasticité : parce que leurs parties intégrantes, étant ductiles, s'écartent dans l'inflexion & dans la compression, sans laisser entre elles d'infiniment petites séparations ; qui seroient nécessaires pour donner lieu à l'Attraction de se déployer & de se manifester par un rétablissement de situation & de figure, dans le corps infléchi ou comprimé. (231).

Les parties intégrantes des Métaux, sont à eet égard, en quelque sorte comme les parties intégrantes des liquides. A mesure que deux molécules s'écartent, d'autres molécules s'unissent à elles ; & leur attraction reste toujours saturée & satisfaite. Les Métaux n'ont d'élasticité, qu'autant qu'ils

ont un peu de rigidité dans leurs parties intégrantes.

II°. Le *Marbre* & l'*Ivoire* ont beaucoup d'élasticité : parce que leurs parties intégrantes ont une affinité & une rigidité qui les rendent très-propres & à perdre & à reprendre l'arrangement que leur a donné leur *crystallisation* naturelle.

Une boule de marbre ou d'ivoire, vient-elle à tomber d'assez haut sur un Plan solide ? Le choc imprime un ébranlement général à toutes ses parties. Toutes les parties de cette boule, tendent d'abord, en vertu du choc, à s'écarter & s'écartent en effet un peu les unes des autres. Car la boule prend une figure ellipsoïdale, aplatie aux deux extrémités du diamètre qui aboutit au point de contact, renflée dans la zone également éloignée des deux extrémités de ce diamètre.

Mais comme toutes ces parties ne se font chacune écartées qu'infiniment peu ; sans quoi il y auroit fracture & séparation dans ce corps : en vertu de leur *Affinité réciproque*, elles tendent efficacement chacune à franchir l'infiniment petit intervalle qui les sépare ; à reprendre les mêmes points de contact qu'elles avoient avant la compression ; à se remettre précisément chacune dans leur état primitif.

236. APPLICATION VII. L'*Air* & la *Lumière* sont élastiques : parce que les molécules qui forment chaque infiniment petit balon d'air ou de lumière, ont une attraction ou une affinité entr'elles, qui leur donne une adhérence.

La compression de ces parties intégrantes de l'air & de la lumière, fait prendre aux molécules qui les composent, un état de contact moins intime & moins favorable que celui qu'elles ont naturellement ; & leur *Attraction mutuelle* tend avec effort à leur faire reprendre cet état naturel & primitif, par le même mécanisme que nous avons développé & dans la branche d'osier & dans la boule d'ivoire.

237. REMARQUE I. De tous les Corps soumis à nos observations, les plus parfaitement élastiques sont l'*Air* & la *Lumière*.

L'*Air comprimé* reprend toujours sensiblement, quand la force comprimante cesse d'agir sur lui, le même volume ou la même expansion que la compression lui avoit fait perdre.

La *Lumière*, dardée sur un plan impénétrable à ses rayons, rejaille sous un angle de réflexion, toujours égal à l'angle d'incidence : ce qui suppose dans la *Lumière* une élasticité sensiblement parfaite.

Parmi les autres Corps élastiques, nous n'en connoissons aucun dont l'élasticité soit parfaite. Une Boule de marbre ou d'ivoire, seroit parfaitement élastique : si en tombant perpendiculairement dans le Vuide, sur un Plan de même ma-

tière, d'une hauteur quelconque, elle remontoit précisément à la même hauteur d'où elle est tombée, en reprenant parfaitement la même figure qu'elle avoit avant la chute.

Mais, ni le marbre, ni l'ivoire, ni l'acier trempé, ni aucun autre corps solide, ne nous présente ce double phénomène dans toute sa perfection. Aucun globe solide ne s'éleve à la même hauteur d'où il est tombé. Aucun globe solide ne reprend parfaitement la sphéricité qu'il a perdue dans le choc; & si on l'examine attentivement, on observera qu'il lui reste un très-petit aplatissement vers le centre du cercle qui a éprouvé la compression & le contact sur le plan.

On peut évaluer par là à peu près, le plus & le moins d'élasticité, qui se trouve dans les divers Corps élastiques. Les globes les plus élastiques sont ceux qui, en tombant perpendiculairement d'une hauteur déterminée, sur un plan de même matière, rejaillissent à une plus grande hauteur, & perdent le moins de leur sphéricité.

238. REMARQUE II. L'Élasticité est mise en jeu dans les Corps, en deux manières : ou par voie de pression, ou par voie de tension.

Une éponge, une paume, quand on les comprime dans la main, deviennent élastiques par voie de pression.

Les Cordes de boyau deviennent élastiques sur les instrumens, par voie de tension; & quand elles se cassent, chaque partie revient sur elle-même avec violence : parce que toutes les molécules écartées & séparées par la tension, tendent par leur attraction réciproque, à se rapprocher les unes des autres, avec un mouvement qui les fait rétrograder vers les points fixes.

Quand on courbe un arc ou un fleuret, il y a tension & pression : tension dans la partie extérieure, pression dans la partie intérieure de la courbure.

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

239. OBJECTION I. Si l'Attraction spéciale influe comme cause dans le phénomène de l'élasticité : pourquoi ne pas lui donner tout l'honneur de cet effet ? Pourquoi lui associer l'action d'une Matière subtile, dont elle n'a pas besoin ? Pourquoi admettre deux Causes physiques, là où une seule est suffisante ? D'ailleurs, comment la Matière subtile, qui s'insinue avec tant de facilité dans les corps, peut-elle rencontrer des obstacles qui occasionnent son impulsion contre ces corps, ou qui l'emprisonnent dans les concavités de ces corps ? Comment la Matière subtile, qui est d'une ténuité comme infiniment petite, peut-elle produire dans ces corps, un effet aussi puissant que celui de leur élasticité ?

RÉPONSE. Dans la Physique, le nombre des causes ne dépend pas du caprice du Physicien qui en observe l'influence. Nous admettons une double cause physique, pour expliquer le phénomène de l'Elasticité: parce que ces deux causes paroissent concourir ensemble dans la production de ce phénomène. L'Attraction est la principale cause de l'élasticité: mais rien ne prouve que ce soit la seule, & qu'il en faille exclure l'action des fluides.

I°. On peut considérer la *Matiere subtile*, comme formant des torrens plus ou moins denses; & les *Pores des corps comprimés*, comme formant des canaux en entonnoir.

Dans cette idée si simple & si naturelle, il est facile de concevoir comment un torrent d'une matiere infiniment rapide, heurtant contre le grand orifice des pores coniques d'un corps, doit rencontrer des obstacles dans son passage à travers ces corps, & imprimer une impulsion aux parties solides & impénétrables qu'elle heurte.

II°. Quelque inconcevable petitesse qu'on suppose à la *Matiere subtile*: ses molécules ont une masse déterminée, laquelle peut être captivée & emprisonnée dans des concavités dont les pores seroient moins grands que ne le sont ces molécules.

On peut donc, sans heurter la vraisemblance, supposer des fluides retenus & tourbillonnans dans l'intérieur des corps.

III°. La force des hommes & des animaux, n'est-elle pas très-vraisemblablement l'effet des *Esprits animaux*, qui ne sont autre chose qu'une matiere très-subtile, lancée en invisibles torrens dans les nerfs & dans les muscles, qui la captivent & qui dirigent sa marche. (*Mét.* 793 & 794).

Il n'est donc point improbable, qu'une *Matiere subtile*, malgré son inconcevable ténuité, produise des effets sensibles dans les corps.

IV°. Mais les effets de l'Elasticité n'ont ni pour cause unique, ni pour cause principale, l'action de la *Matiere subtile*. Ces effets dépendent principalement de la force d'attraction ou d'affinité: comme nous l'avons déjà observé. Ce seroit donc exagérer l'action de la *Matiere subtile*, que de lui attribuer tout l'effet de l'Elasticité.

240. OBJECTION II. L'Air a une élasticité parfaite: l'air devra-t-il cette élasticité à l'adhérence de ses parties & à l'action des fluides qui heurtent ses pores ou qui tourbillonnent dans ses pores? La Lumière est élastique & parfaitement élastique: admettra-t-on encore & une adhérence de parties & un choc de fluides dans la Lumière, qui paroît



être un assemblage d'éléments infiniment petits, infiniment simples ?

RÉPONSE. I°. Pourquoi la masse élastique de l'Air, devroit-elle son élasticité à une cause différente de celle qui produit ce phénomène dans le reste de la Nature ?

Comme la figure des petites masses aériennes, échappe nécessairement à toutes les observations de la Physique : on se représente communément cet élément sous l'image d'une infinité de petits filamens de peu de longueur & d'une épaisseur très-petite, ou sous l'image d'une infinité de petits ressorts infléchis, assez semblables à ceux qui meuvent les montres. ( Fig. 98 ).

Pourquoi les molécules qui forment ou ces petits filamens ou ces petits ressorts aériens, ne pourroient elles pas avoir une adhérence résultante de leur *Affinité réciproque* ? Pourquoi ces filamens ou ces ressorts aériens ne pourroient-ils pas être en prise à l'action d'une *Matière plus subtile*, capable de contribuer par son impulsion ou par son expansion, à leur faire reprendre la figure naturelle que la pression leur auroit fait perdre ?

Les filamens de l'air, de la laine, du crin, de l'éponge, doivent être considérés, relativement à leur élasticité, comme tout autant de petites baguettes flexibles, semblables en petit à la branche d'osier dont nous avons expliqué le mécanisme élastique. (230).

II°. Il conste par les belles expériences de Newton sur la Lumière, que le plus petit balon lumineux qu'on puisse observer, est toujours composé de sept espèces différentes de molécules, source des sept couleurs primitives. (696).

Donc, tout rayon ou balon de Lumière, est composé de plusieurs molécules qui peuvent avoir & qui ont réellement une adhérence entre elles. Pourquoi ces molécules, qui forment un rayon ou un balon de lumière, ne pourroient-elles pas avoir entre elles, une affinité, une attraction, semblable à celle qu'ont les autres corps élastiques ?

Quoique nous ne puissions pas observer en elles mêmes les infiniment petites masses de la lumière : on peut leur supposer avec assez de vraisemblance, une figure sphérique. Dans cette supposition, le mécanisme qui produit & qui met en jeu l'élasticité dans la lumière, revient au même mécanisme qui produit & qui met en jeu l'élasticité dans une boule d'ivoire ou de marbre. (235).



## ARTICLE QUATRIÈME.

## PESANTEUR OU GRAVITÉ DES CORPS.

241. OBSERVATION. **L**A Cause de la gravité, les Phénomènes de la gravité : tel est le double objet que présente naturellement cette question. Mais la nature des choses & l'enchaînement des matières exigent que nous fassions ici abstraction de la Cause de la gravité, pour nous borner à en établir l'existence, à en observer les surprenans phénomènes.

Nous ferons voir ailleurs que la *Gravité des corps*, est une dépendance de la *Loi générale d'Attraction* : ou que la *Pesanteur des Corps* a pour cause physique, leur *Attraction réciproque*, qui les fait tendre persévérément vers certains Centres communs. (84 & 808).

242. DÉFINITION. On nomme *Gravité*, ou *Pesanteur*, ou *Force accélératrice*, dans les Corps, la force qui les fait tendre vers certains centres. Par exemple, tous les Corps terrestres tendent vers le centre de la terre, avec une force qui est leur pesanteur. Toutes les planètes & toutes les comètes tendent vers le centre du soleil, avec une force qui est leur pesanteur.

Nous ne parlerons ici que de la *Pesanteur des corps terrestres*; ou de la force qui les sollicite persévérément à s'approcher du centre de la terre, & en vertu de laquelle ils s'en approchent sans cesse, quand aucun obstacle insurmontable ne s'oppose à leur mouvement.

Aristote avoit divisé les différentes espèces de Corps, en *Corps pesans*, qui tendoient naturellement à s'approcher du centre de la terre; & en *Corps légers*, qui tendoient naturellement à s'en éloigner. Aristote se trompa; & l'expérience a démontré qu'il n'y a point de corps légers par leur nature, ou que tous les corps ont une pesanteur réelle.

Nous supposerons dans cette question, que l'on connoit, du moins en gros, & le mécanisme de la Machine pneumatique, & l'estimation des Forces motrices : objets qui seront pleinement établis & développés dans les traités suivans. (621 & 268).

## PHÉNOMÈNE I.

243. Les Corps qu'on regarde comme légers, ont une pesanteur réelle, ou une tendance naturelle vers le centre de la Terre.

DÉMONSTRATION. L'Expérience nous apprend que la fumée, les vapeurs, la flamme, que le Vulgaire regarde

comme des corps légers, ont une pesanteur naturelle; qui les fait tendre vers le centre de la terre, quand une force étrangère ne les emporte pas dans un sens opposé. Pour le démontrer,

I°. Sous la cloche d'une Machine pneumatique, placez un bout de chandelle éteinte & fumante: la fumée, plus légère que l'air, monte & se répand dans toute la cloche de verre. Pompez l'air: la fumée, livrée à elle-même, descend & se précipite sur la plaque & dans la pompe de cuivre. Donc, cette fumée a une pesanteur propre, qui la sollicite à descendre; quand l'air pompé cesse de l'élever.

On voit arriver la même chose, si on fait brûler du sucre, ou de l'encens, ou tel autre corps qui s'exhale en vapeurs visibles, sous le même récipient.

II°. Si au lieu d'une chandelle éteinte & fumante, on met une chandelle allumée sous la même cloche de verre: la flamme, moins pesante que l'air, monte & s'élève perpendiculairement. Mais que l'on pompe l'air! La flamme, livrée à elle-même, descend & se précipite vers la plaque de cuivre: preuve évidente qu'elle a une gravité ou une pesanteur propre, qui la sollicite à tendre naturellement vers le centre de la terre, quand l'air cesse de l'en éloigner par son excès de pesanteur. C. Q. F. D.

244. REMARQUE. C'est une Loi générale pour tous les liquides & pour tous les fluides, que les plus pesans prennent le dessous, & les moins pesans le dessus.

Quoique l'huile & l'eau soient des corps pesans: si on acheve d'emplir d'eau, un vase à demi rempli d'huile; l'eau, par son excès de pesanteur sur l'huile, ira se placer au fond du vase, & forcera l'huile à monter dans la partie supérieure du même vase. Que l'on soutire l'eau: l'huile, par sa pesanteur naturelle, quittera le haut du vase & se précipitera au fond.

C'est l'image du phénomène que nous venons d'exposer. L'Air est un corps pesant par lui-même, & nous démontrerons ailleurs, par des expériences sensibles & décisives, sa pesanteur propre.

L'Air étant plus pesant que la flamme, que la fumée, que certaines vapeurs: il force ces fluides, malgré leur pesanteur propre, à s'élever & à prendre le haut. Vient-on à pomper & à soutirer l'Air? La flamme, la fumée, les vapeurs, tombent par leur propre poids au fond de la machine: comme l'huile au fond du vase.

#### PHÉNOMÈNE II.

245. Quand rien ne s'oppose à leur chute: tous les Corps qui

sont placés à égale distance du centre de la terre, tombent avec une égale vitesse. D'où il s'ensuit que la Force accélératrice qui sollicite les Corps terrestres à descendre, est la même dans tous ces corps : quand leur distance au centre de la terre est égale. (Fig. 11).

DÉMONSTRATION. Soit un très-long Tube de verre A B ; dont on ait exactement pompé l'air ; & dans lequel on ait mis auparavant une petite masse de plomb, une petite masse de liège, un petit brin de duvet, ou tels autres petits corps qu'on voudra. Le petit cylindre R, qui porte la petite plaque D, est ajusté au Tube de telle façon qu'il peut tourner sur lui-même, & mouvoir la plaque destinée à soutenir & à laisser tomber les corps, sans donner passage à l'air extérieur.

Si on fait tomber perpendiculairement ces différens Corps, enforte qu'ils partent tous au même instant de la plaque qui les soutient : on les voit parcourir ensemble & avec une même vitesse l'espace D B, & arriver tous au même instant en B, malgré la différence de leur nature & de leur densité.

Donc ces corps, donc tels autres corps qu'on voudra mettre à leur place, quoique d'inégale densité, quoique de différente nature, ont tous une même force accélératrice, qui les emporte ou qui tend à les emporter avec une égale vitesse vers le centre de la terre. C. Q. F. D.

246. COROLLAIRE. *La Pesanteur & le Poids ne sont point deux termes synonymes : la Pesanteur est la même dans tous les corps également éloignés du centre de la terre : le Poids de ces corps est proportionnel à leurs masses.*

EXPLICATION. I<sup>o</sup>. *La Pesanteur d'un corps*, est la force active qui le fait tendre vers le centre de la terre : quel que soit le nombre de ses parties. Cette force est la même pour tous les corps : puisqu'elle occasionne une chute également rapide & dans son commencement & dans ses progrès, à tous les corps également éloignés du centre de la terre ; quelles que soient leur densité & leur masse.

II<sup>o</sup>. *Le Poids d'un corps*, est la somme des parties qui se meuvent ou tendent à se mouvoir en vertu de leur pesanteur propre. Dans les Graves, la pesanteur doit être regardée comme cause ; & le poids, comme effet de cette cause. Un globe de plomb d'une livre, a seize fois plus de poids, qu'un globe de plomb d'une once : mais il n'a pas plus de pesanteur ; parce que la force active qui sollicite les parties du premier à descendre, est précisément la même qui sollicite à descendre les parties du second.

III<sup>o</sup>. On pensoit autrefois que la Pesanteur & le Poids exigent une même chose : qu'un corps composé de quatre

parties, tendoit & devoit tendre davantage au terme de la pesanteur, qu'un corps qui n'en auroit qu'une ou deux : que la pesanteur étoit & devoit être proportionnée aux masses.

Galilée confronta cette opinion avec l'expérience ; & trouva que, dans la chute des corps, la différence des vitesses ne répondoit pas à la différence des masses. Il prit donc une autre idée de la Pesanteur ; & au lieu de penser, comme on avoit fait jusqu'alors, qu'il y avoit plus de pesanteur dans le plomb que dans le liége, par exemple, il imagina que cette force étoit égale dans ces deux corps : qu'elle leur imprimoit une égale tendance vers le centre de la terre ; & que la différence de leurs vitesses, dans leur chute en plein air, ne venoit que de la résistance du Milieu où ils se mouvoient : résistance qui détruisoit une plus grande quantité de cette force active & accélératrice, ou plutôt de son effet, dans le liége que dans le plomb.

L'expérience a démontré que l'idée de Galilée, au sujet de la Pesanteur, étoit juste & conforme à la nature des choses.

247. REMARQUE I. On doit considérer dans la Pesanteur, ainsi que dans toute autre Force motrice, la direction qu'elle suit, la vitesse qu'elle imprime, la quantité de matière qu'elle meut.

I°. La *Direction que suit la Pesanteur*, dans les Corps terrestres, est la direction même du rayon de la Terre : en prenant ce rayon au point sur lequel porte ou vers lequel est dirigée la Pesanteur.

Car il conste par une infinité d'expériences, & d'observations faites avec le plus grand soin, dans toutes les contrées de la Terre, que dans les Corps terrestres, *la ligne de gravitation est toujours & partout perpendiculaire à l'Horison sensible ou à la Tangente du point quelconque de la surface terrestre vers lequel ils tendent en vertu de leur seule pesanteur.* (808).

II°. La *Vitesse qu'imprime la Pesanteur*, quand rien ne détruit son effet, est la même dans tous les corps également éloignés du centre de la terre.

Mais cette vitesse imprimée aux corps par la pesanteur, varie à mesure que les corps sont notablement plus près ou plus loin du centre de la terre : comme nous le démontrerons bientôt. (251).

III°. La *Quantité de matière que meut la pesanteur*, avec une égale vitesse, produit dans les corps en qui elle existe, une différence de poids, une différence de percussion, une différence de forces motrices.

Une balle de plomb, dans le Vuide, produit une percussion plus forte, qu'une balle de liége d'égal volume : parce que  
dans

dans la balle de plomb il y a une beaucoup plus grande quantité de matiere mue par la pesanteur, que dans la balle de liége.

248. REMARQUE II. Il conste par les différentes observations que l'on a faites avec la plus scrupuleuse exactitude, en France, en Angleterre, en Iratie, en Allemagne, qu'auprès de la surface terrestre, pendant la premiere Seconde de leur chute perpendiculaire, les corps parcourent dans le Vuide, environ 15 pieds de France: qui font environ 16 pieds d'Angleterre.

Ce qu'ils parcourent de moins dans leur chute en plein air, doit être attribué à la résistance de l'air: résistance qui occasionne une plus grande diminution de vitesse dans les corps moins denses, une plus petite diminution de vitesse dans les corps plus denses.

249. REMARQUE. III. Le Savant Desaguliers, profitant de la grande élévation du dôme de Saint-Paul de Londres, fit, sur la chute des corps en plein air, en présence de Messieurs Newton & Halley, les plus belles expériences que nous ayons en ce genre. D'une hauteur de 272 pieds d'Angleterre, il fit tomber plusieurs corps de différens poids & de différens volumes: de-là entre autres choses, les deux observations suivantes.

I°. On observa d'abord, qu'une Boule de plomb, d'environ deux pouces de diametre, tomboit de cette hauteur de 272 pieds, dans quatre secondes & un quart. Le texte des Transactions philosophiques, où est consignée cette observation expérimentale, porte quatre secondes & demie. Mais il en faut ôter un quart, comme le remarque l'Abbé Nollet: parce que l'on comptoit l'instant de la chute, par le coup que l'on entendoit d'un lieu élevé de 272 pieds; & que le bruit ou le son emploie un quart de seconde, pour faire ce trajet. (675).

Cette boule auroit parcouru dans le Vuide, pendant ce même tems de chute, un espace de 289 pieds d'Angleterre, dont il s'agit ici. (371 & 377).

La Résistance de l'air, lui occasionna donc un ralentissement de vitesse, égal à 17 pieds.

II°. On observa ensuite, que deux Boules hétérogenes, d'environ cinq pouces & demi de diametre, & qui pesoient l'une 2610 grains, l'autre 137 & demi, employoient des tems fort différens à tomber de toute cette hauteur. Car la plus pesante acheva sa chute en six secondes & demie; la chute de l'autre dura près de 19 secondes.

La résistance de l'air, occasionne donc un plus grand retardement aux corps moins denses & moins pesans; un plus petit retardement, aux corps plus denses & plus pesans.

250. REMARQUE. Une livre d'eau & une livre de plomb produiroient une égale percussion dans le Vuide, si tout étoit égal d'ailleurs dans ces deux corps: puisqu'ils auroient & même masse & même vitesse, qui donnent un même produit de force motrice.

Cependant tel corps fragile, qui sera cassé dans le vuide par la chute d'une livre de plomb, ne sera pas cassé par la chute d'une livre d'eau. La raison en est, que le plomb, à cause de l'union & de l'adhérence de ses parties qui gravitent toutes conjointement, porte un effort plus réuni contre un même point du corps fragile: au lieu que l'eau, à cause de la désunion de ses parties qui gravitent séparément les unes des autres, porte son effort divisé contre différens points du corps fragile. Un corps fragile, qui cede à l'effort réuni de toutes les parties d'une force motrice, peut donc résister à l'effort divisé d'une égale force motrice.

La différence de percussion, dans une livre d'eau & dans une livre de plomb, est encore bien plus marquée, quand ces deux corps tombent en plein air. La livre de plomb, dans sa chute, ne change point de volume, & ne déplace toujours qu'une colonne d'air égale à sa largeur. La livre d'eau au contraire, se divise sans cesse dans sa chute, par la résistance de l'air; & à mesure que la division augmente, elle prend plus de surface, elle déplace un plus grand volume d'air, elle éprouve une résistance plus considérable, elle perd plus de sa force accélératrice.

Pour donner un nouveau jour à cette théorie, soit un assez long tube de verre, vuide d'air, & rempli d'eau dans environ le tiers de sa capacité. Si on incline ce tube, pour réunir toute l'eau dans sa partie supérieure, & qu'on donne ensuite subitement à ce même tube une direction perpendiculaire à l'horizon: l'eau tombe au fond en colonne, & frappe ce fond avec un bruit assez semblable à celui qu'y produiroit la percussion d'une petite colonne de marbre ou d'un petit coup de marteau: c'est ce qu'on appelle le *Marteau d'eau*.

La chute de l'eau ne produit ni une percussion semblable, ni un semblable éclat, dans un tube égal, dont on n'a point extrait l'air: parce que la colonne d'air, interposée entre l'eau & le fond du tube, s'élève à mesure que l'eau descend, divise ce liquide en une foule de parties, en retarde inégalement la chute; l'empêche de tomber réuni en colonne, & d'imprimer au fond du tube une secousse instantanée, résultante du mouvement accéléré & non interrompu de toutes ses parties gravitantes.

## PHÉNOMÈNE III.

251. *La Pesanteur ou la Force accélératrice qui sollicite les Corps à descendre, n'est pas égale dans toutes les contrées de la Terre: plus grande sous les Poles qu'en France, elle est plus grande en France que sous l'Equateur.*

EXPLICATION. La démonstration de ce Phénomène, est fondée sur une *Découverte singulière*, qui a été faite depuis environ un siècle; savoir, qu'un même Pendule à secondes, met plus de tems à faire ses vibrations ou ses oscillations, vers l'Equateur, qu'en France; en France, que vers les Poles. (*Fig. 12*).

Un Pendule à secondes est une pesante lentille P, qui tient à une verge plate de cuivre FP, dans laquelle un rouage exact & régulier placé en F, entretient un petit mouvement uniforme qu'on donne à la lentille P, en la laissant tomber de l'extrémité D de son arc. On hausse ou on abaisse la lentille P: jusqu'à ce qu'elle parcoure exactement & avec précision, son arc DD, ou *mm*, ou *nn*, en une seconde de tems persévérément. On peut voir, dans notre Cours de Mathématiques élémentaires (pages 7 & 11), un plus grand développement, au sujet du Pendule à secondes, simple & composé. C'est cet Instrument qui a fait découvrir, vers la fin du dernier siècle, que les Corps pesoient plus en France que vers l'Equateur.

1°. Le célèbre Académicien Richer s'étant transporté en Cayenne, par ordre du Roi en 1672, observa le premier, avec étonnement, que son Pendule à secondes, dont la longueur étoit de trois pieds huit lignes & trois cinquièmes de ligne, & qui faisoit exactement à Paris ses oscillations en une seconde de tems, n'étoit plus exact dans l'Isle de Cayenne, où chaque oscillation duroit un peu plus d'une seconde. Il lui fallut raccourcir son Pendule, d'une ligne & un quart au moins, dans cette Isle située à environ cinq degrés de latitude, pour le rendre exact comme il étoit à Paris à 48 degrés & 50 minutes de latitude.

Le même phénomène a été observé ensuite dans l'Isle de Gorée, de Saint-Christophe, de Saint-Domingue, par MM. Varin & Deshayes; dans l'Isle de la Martinique, par M. Feuillée; dans l'Isle de la Martinique, par M. Camphel; à Panama, par MM. Bouguer & de la Condamine, envoyés au Pérou pour y mesurer un degré du méridien terrestre, vers l'an 1738.

II°. Les Académiciens François, qui, vers le même tems s'étoient transportés en Laponie pour y mesurer un degré du Méridien terrestre sous le Cercle polaire, observerent que



leur Pendule à secondes , qui faisoit à Paris exactement une oscillation par seconde , mettoit un peu moins d'une seconde sous le Cercle polaire , pour y faire une oscillation : il leur fallut donc allonger leur Pendule P , pour le rendre exact.

III°. Selon Messieurs Richer , Varin , Deshayes , de Mai-ran , Picard , de Maupertuis : un Pendule à secondes P , doit avoir 440 lignes & demie de longueur à très-peu près à Paris ; pour y parcourir exactement l'arc DD en une se-conde.

Ce même Pendule , en Cayenne , doit être raccourci au moins d'une ligne & un quart de ligne , selon M. Richer ; ou même d'environ deux lignes , selon M. Deshayes : pour y parcourir exactement en une seconde , l'arc *mm* , un peu moins long que l'arc DD.

Ce même Pendule , sous le Cercle polaire , doit être allongé d'une petite quantité , pour y parcourir exactement en une seconde , l'arc *nn* , un peu plus long que l'arc DD. On peut voir , si l'on veut , toutes ces observations comparées entre elles , à la fin du dernier volume des Œuvres de M. de Mau-pertuis.

IV°. Voilà donc toujours , selon toutes les observations qui ont été faites sur cet objet , & qui s'accordent toutes à établir & à démontrer le même phénomène , un même Pen-dule P , dont les vibrations DD se font dans une seconde précise en France ; dans moins d'une seconde sous le Cercle polaire , dans plus d'une seconde vers l'Equateur. De là dé-coule & résulte la démonstration du phénomène que nous venons d'énoncer , & que nous avons à établir.

DÉMONSTRATION. I°. Plus un Pendule a de longueur ; plus l'arc qu'il décrit dans une oscillation , a d'étendue : puis-que les arcs *mm* , *nn* , qu'il décrit sous différentes longueurs , sont des arcs semblables de circonférences concentriques. ( Fig. 12 ).

Plus est long & étendu l'arc que décrit un Pendule P , dans un tems donné , dans une seconde ; plus ce Pendule a de vitesse , & par là même de force motrice : puisque la Force mo-trice est le produit de la masse du Pendule toujours la même , par sa vitesse plus ou moins grande.

Plus un pendule a de vitesse & de force motrice , plus est grande la cause qui produit cette vitesse & cette force mo-trice dans le Pendule : puisque la cause est toujours & par-tout proportionnelle à son effet.

II°. Or , quelle est la Cause qui produit & la vitesse & la force motrice du Pendule P , élevé à l'extrémité D de son arc ? Il est évident , par la seule inspection d'un Pendule , que

cette cause n'est & ne peut être autre chose que la *Pesanteur*, que la cause générale qui sollicite tous les corps à s'approcher avec un mouvement accéléré, du centre de la Terre : puisque aucune autre cause n'agit alors sur le Pendule ; & que le Pendule élevé à l'extrémité de son arc, n'est & ne peut être porté en P, dans la ligne de sa gravitation perpendiculaire, & ensuite à l'extrémité opposée de son arc, que par le mouvement accéléré de sa pesanteur.

Donc puisque le *même Pendule*, élevé à l'extrémité de son arc, a plus de vitesse & de force motrice, vers les Poles qu'en France, en France que vers l'Equateur ; comme il conste par les observations qu'on vient de rapporter : il est certain & évident que la *Pesanteur de ce Pendule*, & par là même d'un Corps quelconque, est plus active, plus puissante, plus grande vers les Poles, qu'en France ; en France, que vers l'Equateur. C. Q. F. D.

252. REMARQUE I. Si dans le *Pendule à secondes* FP, on fait disparaître le rouage F : ce sera un Pendule simple, qui suffira ici pour bien fixer notre présente théorie.

I°. Un Pendule, qui fait exactement une oscillation DD par seconde en France, a besoin d'être raccourci en *mm*, sous l'Equateur : parce que sous l'Equateur, la *Pesanteur étant moindre* ou plus foible qu'en France, elle n'imprime pas assez de vitesse au Pendule placé sous l'Equateur ou près de l'Equateur, pour lui faire parcourir en une seconde, un arc aussi grand que celui qu'elle lui faisoit parcourir en France. (*Fig. 12*).

II°. Un Pendule au contraire, qui fait exactement une vibration par seconde en France, a besoin d'être allongé en *nn*, sous le Cercle polaire, pour qu'il mette une seconde entière à y faire une vibration : parce que la *Pesanteur étant plus grande* vers les Poles qu'en France, elle imprime au Pendule porté & placé sous le Cercle polaire, plus de vitesse qu'il ne faut pour lui faire parcourir simplement l'arc qu'il parcourait en France en une seconde, & qu'il parcourt sous le Cercle polaire en un peu moins d'une seconde.

Il faut donc rendre un peu plus long cet arc, pour que le tems employé à le parcourir en vertu d'une pesanteur ou d'une force accélératrice augmentée, devienne précisément égal à une seconde.

III°. Selon les Observations qui ont été faites dans ces derniers tems en France & sous le Cercle polaire, par les Académiciens François : la pesanteur à Paris, est à la pesanteur sous le Cercle polaire ; comme 100000 est à 100137 ; c'est-à-dire, à peu près comme 201 est à 201  $\frac{1}{4}$ .

Selon le résultat des différentes Observations qui ont été faites sur le même objet, en une foule d'endroits, depuis l'Equateur jusqu'au Cercle polaire, & dont on trouvera une table dans le quatrième volume des Œuvres de M. de Maupertuis, page 345 : la pesanteur sous l'Equateur, est à la pesanteur sous les Poles, comme 201 est à 202.

253. REMARQUE II. En vain, pour éluder les conséquences qu'on tire de l'allongement & du raccourcissement du Pendule vers les Poles & vers l'Equateur, voudroit on recourir à la condensation & à la dilatation qu'opère la diversité de température vers l'Equateur & vers les Poles. Raison frivole, qu'il est facile de détruire efficacement ! Car,

I°. Les expériences, où il a fallu raccourcir le Pendule, dans les régions méridionales, voisines de l'Equateur, ont été faites pour la plupart sur des montagnes fort élevées, où regnoit un froid bien supérieur à celui qu'on pouvoit éprouver à Paris au tems où l'on régla ces Pendules.

Il est donc faux que le raccourcissement qu'ont exigé ces Pendules, pour être exacts vers l'Equateur, ait pour cause une dilatation dans le métal, occasionnée par un excès de chaleur.

II°. Les expériences où il a fallu allonger le Pendule, dans les régions septentrionales, ont été faites souvent dans des tems où ces régions avoient un moindre degré de froid que celui qu'on éprouve au printems & en automne en France, où des Pendules semblables n'ont point besoin d'être allongés.

III°. Un Pendule de 360 pouces de longueur, ne recevroit, de l'excès de chaleur qu'on éprouve dans les régions méridionales, sur les chaleurs communes qu'on éprouve en France, qu'un allongement d'une ligne : tandis qu'un Pendule de moins de 37 pouces de longueur, exige en Cayenne un raccourcissement d'environ une ligne & demie ou de deux lignes.

Donc il faut retrancher au Pendule, dans les régions voisines de l'Equateur, incomparablement plus que l'excès de chaleur ne peut lui ajouter. Donc il est faux que le retardement du Pendule, dans les régions méridionales, ait ou puisse avoir pour cause unique ou principale, la dilatation occasionnée par la chaleur de ces climats.

IV°. Sous le même degré de chaleur, mesuré exactement par le moyen du Thermometre, les vibrations du Pendule sont sensiblement différentes vers l'Equateur & vers les Poles. Donc la différence des vibrations du Pendule, dans ces

régions, n'a point pour cause la différence de température, mais la différence de pesanteur dans le Pendule.

254. REMARQUE III. Il est certain que la Terre est aplatie vers les Poles, & renflée vers l'Equateur; & par conséquent, que les *Rayons terrestres* vont en décroissant depuis l'Equateur jusqu'aux Poles.

D'où il résulte que la *Pesanteur des Corps terrestres*, qui va en décroissant depuis les Poles jusqu'à l'Equateur, devient moindre & plus foible, à mesure que le Corps où elle réside, s'éloigne du centre de la Terre.

Nous ferons voir de plus, dans la théorie du Ciel, que la Pesanteur ou la Force accélératrice, qui sollicite les Corps terrestres à s'approcher du centre de la Terre, diminue dans la même proportion que le *Quarré de leur distance* au centre de la Terre, augmente; & qu'un même Corps, qui a une pesanteur déterminée à la surface de la Terre, auroit une pesanteur quatre fois moindre, à une distance double du même centre de la Terre; cent fois moindre, à une distance dix fois plus grande; 3600 fois moindre, à la distance où se trouve la Lune. (805).

255. REMARQUE IV. Le célèbre Dominique Cassini mesura géométriquement, dans le dernier siècle, tout l'arc du Méridien terrestre qui passe par Paris: depuis le fond du Rouffillon jusqu'à Dunkerque. Après quoi, en déduisant de ses mesures géométriques, une spéculation générale sur la Figure de la Terre, il annonça au Monde savant, comme une Découverte intéressante, que la Terre devoit être alongée vers les Poles, & aplatie vers l'Equateur.

Pour confronter avec l'Expérience, & la Spéculation & la Découverte de Cassini: Newton, bien persuadé de la révolution diurne de la Terre, fit faire un *Globe de peau flexible*; l'emplit d'eau; le fit tourner rapidement sur son axe; & observa quelle figure il prenoit dans sa révolution. Ce globe se renfla vers son Equateur, & s'applatit vers ses Poles.

Newton, après cette observation, se borna à annoncer modestement au Public, que l'hypothèse de l'alongement des Poles & de l'applatissement de l'Equateur, ne s'accordoit, ni avec l'observation qu'il avoit faite, ni avec la théorie du Mouvement: que selon l'expérience qu'il venoit de faire, & selon la théorie du Mouvement, les parties aqueuses, décrivant de plus grands cercles sous l'Equateur que vers les Poles, devoient avoir plus de *Force centrifuge* sous l'Equateur, que loin de l'Equateur & vers les Poles: qu'ayant plus de force centrifuge vers l'Equateur, elles devoient plus

perdre de leur force centripete ou de leur pesanteur : que perdant plus de leur force centripete ou de leur pesanteur, elles devroient se tenir à une plus grande élévation vers l'équateur, pour faire équilibre, par l'excès de leur masse, avec celles qui, placées vers les poles, perdent moins de leur pesanteur : que les corps solides, ainsi que les corps liquides & fluides, roulant journellement autour de la Terre avec des vitesses inégales, devoient avoir *moins de pesanteur sous l'Equateur*, que loin de l'équateur & près des Poles.

Ce raisonnement de Newton s'accordoit, & avec l'expérience qu'il avoit faite sur son globe, & avec la découverte de Richer. Les observations astronomiques qui ont été faites dans ce siècle, au Pérou, au cap de Bonne - Espérance, sous le cercle polaire & ailleurs, ont achevé de le convertir en une démonstration complete. Ainsi, l'applatiffement de la Terre vers les poles, est aujourd'hui définitivement décidé ; & l'opinion contraire, généralement abandonnée.

#### RÉSULTAT DE CES DEUX PREMIERS TRAITÉS.

256. CONCLUSION. *La nature de la Matière, la nature des Corps*, tel est l'intéressant objet que nous avons à exposer & à développer dans ces deux premiers Traités, où nous avons fait passer successivement en revue, toutes les propriétés générales que l'on a découvertes jusqu'à présent & dans la Matière & dans les Corps.

Pouvons-nous nous flatter de connoître toutes les propriétés de la Matière & des Corps ? Non : il reste encore une infinité de découvertes à faire sur cet immense objet. Mais nous pouvons nous flatter sans témérité, de savoir que toutes les propriétés qui peuvent nous être inconnues dans les Corps, dérivent & doivent dériver des propriétés générales que les observations de plusieurs milliers d'années, nous y ont fait connoître : par exemple, de leur étendue, de leur divisibilité, de leur attraction réciproque, de la diversité de leurs parties intégrantes & constituantes, de leur porosité, de leur pesanteur, de leur mobilité, & ainsi du reste.

De sorte que, si nous ne connoissons pas formellement & explicitement en elles-mêmes, toutes les propriétés qui peuvent caractériser chaque espece de corps : nous connoissons du moins implicitement & confusément les Propriétés, qui peuvent échapper à notre pénétration dans les corps, ou leurs *Propriétés occultes*, dans le germe d'où elles doivent naître, dans la source d'où elles doivent jaillir, dans les Causes combinées & connues qui doivent leur donner l'existence. (*Mét.* 615 & 719).



# ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE.

## TROISIÈME TRAITÉ.

### THÉORIE GÉNÉRALE DU MOUVEMENT.

APRÈS avoir exposé la théorie générale de la Matière, nous allons développer la théorie générale du Mouvement. De-là résultera la théorie générale de la Nature visible, qui ne renferme que Matière & Mouvement.

Qu'il est fâcheux de voir cette intéressante *Théorie du Mouvement*, souvent enveloppée d'épaisses ténèbres, quelquefois soumise à de faux principes & à de fausses règles, dans plusieurs Ouvrages estimés ! Nous allons tâcher de lui donner toute la lumière dont elle est susceptible, & d'en écarter toutes les erreurs & toutes les méprises qui l'ont plus d'une fois défigurée.

L'estimation du mouvement, les obstacles au mouvement, les loix générales du mouvement, la communication du mouvement : tel va être l'objet des quatre Sections suivantes.

### PREMIÈRE SECTION.

#### ESTIMATION DU MOUVEMENT, OU DES FORCES MOTRICES.

257. DÉFINITION I. **L**E *Mouvement* est le transport ou le passage successif d'un corps, d'un lieu en un autre lieu :

quelles que soient & la cause & la direction & la rapidité de ce passage ou de ce transport.

I°. Le Lieu, ainsi que le Mouvement, est ou absolu, ou relatif: comme nous l'avons déjà annoncé & expliqué ailleurs. (*Mét.* 251 & 253).

II°. La cause efficiente du Mouvement, c'est Dieu seul: l'homme, la brute, la matière, n'en font que les causes occasionnelles. (*Mét.* 783).

258. DÉFINITION II. On nomme *Différences du Mouvement*, les modifications qui font qu'un mouvement diffère d'un autre mouvement.

Un mouvement diffère d'un autre mouvement, ou par sa direction, ou par sa vitesse, ou par sa quantité, ou par sa combinaison.

Par exemple, un mouvement horizontal diffère par sa *Direction*, d'un mouvement vertical. Un mouvement moins rapide diffère par sa *Vitesse*, d'un mouvement plus rapide. Un mouvement comme 2 diffère par sa *Quantité*, d'un mouvement comme 4. Un mouvement composé de plusieurs espèces de mouvements, diffère par sa *Combinaison*, d'un mouvement simple, d'un mouvement plus ou moins composé que lui-même.

259. DÉFINITION III. Tout Mouvement est ou en ligne droite, ou en ligne courbe. Le mouvement, soit en ligne droite, soit en ligne courbe, est, ou uniforme, ou accéléré, ou retardé.

Le mouvement est *uniforme*: quand il est toujours égal à lui-même, quand il ne souffre ni augmentation, ni diminution dans sa durée & dans son progrès. Le mouvement est *accélééré*: quand il croit sans cesse de plus en plus, comme le mouvement d'une bombe qui tombe perpendiculairement ou obliquement à l'horizon. Le mouvement est *retardé*: quand il diminue sans cesse de moins en moins, comme le mouvement d'une bombe qui s'élève verticalement.

260. DÉFINITION IV. Le *Mouvement en ligne droite*, considéré relativement à la terre, est ou parallèle à l'horizon, ou perpendiculaire à l'horizon, ou oblique à l'horizon. Définitions lumineuses & sensibles par elles-mêmes, elles n'ont besoin d'aucune explication.

261. DÉFINITION V. Le *Mouvement perpendiculaire* peut être considéré, ou relativement à une surface plane, ou relativement à une surface courbe.

I°. Le Mouvement en ligne droite, est perpendiculaire à une *Surface plane*: quand la ligne qu'il décrit forme en tout sens des angles droits sur cette surface.

Ce même mouvement est oblique à cette même surface : quand la ligne qu'il décrit, forme des angles plus grands d'un côté que de l'autre. Ce même mouvement seroit parallele à cette même surface : si la ligne qu'il décrit étoit par-tout également éloignée de cette surface.

II°. Le Mouvement en ligne droite, est perpendiculaire à un Corps à *Surface courbe*, par exemple, à une *Sphere* : quand la ligne qu'il décrit en atteignant ce corps, prolongée indéfiniment au-delà du point de contact, passeroit par le centre de courbure. Si cette ligne prolongée passe hors du centre : ce mouvement est oblique à ce corps.

La *Vitesse absolue & relative des corps en mouvement*, la *Quantité de leur mouvement*, l'examen des *Forces vives & des forces mortes* : tels vont être les trois objets de cette première Section.

## PARAGRAPHE PREMIER.

### ESTIMATION DE LA VITESSE.

262. DÉFINITION. **L**A *Vitesse d'un Corps en mouvement*, est la rapidité plus ou moins grande avec laquelle il parcourt un espace.

La *Vitesse* ne peut s'estimer qu'en comparant l'espace parcouru, avec le tems employé à le parcourir. Ariste a fait deux lieues en se promenant d'un pas égal & soutenu : quelle étoit sa vitesse ? On n'en fait rien. Ariste s'est promené pendant deux heures entières d'un pas uniforme : quelle étoit sa vitesse ? On n'en fait rien encore. Ariste s'est promené deux heures d'un pas uniforme, & a fait deux lieues : sa vitesse est connue.

La *Vitesse* est donc l'espace parcouru, divisé par le tems employé à le parcourir : ou bien, *la Vitesse est le rapport de l'espace parcouru, avec le tems employé à le parcourir.*

Plus l'espace est grand, & le tems court : plus est grande la vitesse. Plus l'espace est petit, & le tems long : plus la vitesse est petite.

263. COROLLAIRE. Il résulte de-là, que *la Vitesse* peut toujours être exprimée par le moyen d'une *Fraction*, dont le numérateur sera, l'espace parcouru ; & dont le dénominateur sera le tems employé à parcourir cet espace.

Telle est cette fraction,  $\frac{E}{T} = V$  : ou celle-ci,  $\frac{E}{V} = T$ .



De-là découlent les quatre Regles suivantes, dont l'objet est de comparer & d'évaluer la *Vitesse* respective de différens corps.

REGLES GÉNÉRALES SUR LES VITESSES RELATIVES.

264. REGLE I. Si les espaces parcourus, & les tems employés à parcourir ces espaces, sont égaux : les *Vitesses* sont égales.

Car deux fractions sont égales, quand leurs numérateurs & leurs dénominateurs sont égaux. Par exemple,  $\frac{10}{12} = \frac{10}{12}$ .

265. REGLE II. Si les tems sont égaux, & les espaces parcourus, inégaux : les *Vitesses* sont entr'elles comme les espaces.

Car deux fractions, qui ont un même dénominateur, sont entr'elles comme leurs numérateurs. Par exemple,  $\frac{20}{12} : \frac{10}{12} :: 10 . 20$ . (Math. 190).

266. REGLE III. Si les espaces parcourus sont égaux, & les tems employés à les parcourir, inégaux : les *Vitesses* sont en raison inverse des tems.

Car lorsque les numérateurs de deux fractions sont égaux, les deux fractions sont entr'elles en raison inverse des dénominateurs. Par exemple,  $\frac{1}{10} . \frac{1}{20} :: 20 . 10$ .

267. REGLE IV. Si les espaces & les tems sont inégaux : les *Vitesses* sont entr'elles, comme les quotiens des espaces divisés par les tems respectifs.

Car les numérateurs & les dénominateurs de deux fractions étant inégaux : la valeur de chaque fraction est égale au quotient de son numérateur divisé par son dénominateur. Par exemple,  $\frac{1}{10} . \frac{2}{4} :: \frac{1}{2} . 2$ . (Math. 190).

PARAGRAPHE SECON D.

ESTIMATION DE LA QUANTITÉ DU MOUVEMENT.

268. OBSERVATION. IL consiste par l'expérience, qu'un Corps d'une masse déterminée, a d'autant plus de mouvement ou de force motrice ; qu'il a plus de vitesse : qu'un Corps d'une vitesse déterminée, a d'autant plus de mouvement ou de force motrice ; qu'il a plus de masse.

D'où il s'ensuit que la Masse & la Vitesse doivent entrer conjointement dans l'estimation de la Quantité du mouvement. Par exemple, ( Fig. 17 ).

1°. Si deux Corps A & B, égaux en masse, partent ensemble d'un terme, & arrivent ensemble à un autre terme : on conçoit qu'ils ont une même quantité de mouvement.

Mais supposons que la masse du corps A, devienne double de la masse du corps B; & qu'ils aient l'un & l'autre la même vitesse. On conçoit que la *Moitié du corps A*, doit avoir autant de mouvement, que tout le corps B; & que tout le corps A, à raison de sa masse équivalement double, doit avoir deux fois plus de mouvement que tout le corps B.

Donc, dans l'estimation du Mouvement ou de la Force motrice, on doit avoir égard à la masse.

II°. Si deux Corps A & B, égaux en masse, partent ensemble d'un terme, & que le corps A arrive à un terme plus ou moins éloigné, beaucoup plutôt que le corps B: on conçoit que le corps A doit avoir une plus grande quantité de mouvement, que le corps B.

Par exemple, on conçoit que le corps A aura deux fois ou quatre fois plus de mouvement que le corps B: si ce corps A arrive au terme, deux fois ou quatre fois plus vite que le corps B.

Donc, dans l'estimation du Mouvement ou de la Force motrice, on doit avoir égard aussi à la vitesse.

La Masse & la Vitesse doivent toujours entrer conjointement dans l'estimation du Mouvement & de la Force motrice: puisque plus de masse ou plus de vitesse dans un corps, lui donne toujours une plus grande quantité de mouvement.

269. ASSERTION. *La Quantité du mouvement dans un corps; est le produit de la masse par la vitesse, ou de la vitesse par la masse.*

DÉMONSTRATION. I°. Quand deux grandeurs concourent conjointement à former une troisième grandeur: il est clair que cette troisième grandeur doit être le produit des deux grandeurs génératrices.

Or la Masse & la Vitesse concourent conjointement à former la quantité du mouvement: comme on vient de l'observer. Donc la quantité du mouvement doit être le produit de la masse & de la vitesse multipliées indifféremment l'une par l'autre.

II°. L'expérience confirme & démontre la vérité de cette théorie. Car dans tous les *Mouvements mécaniques*, il suffit de doubler ou la masse ou la vitesse d'un corps, pour lui donner une force motrice double: il suffit de tripler ou de quadrupler indifféremment ou la masse ou la vitesse d'un corps, pour rendre sa force motrice, ou sa quantité de mouvement, triple ou quadruple; & ainsi de suite.

Donc la *Quantité du mouvement*, dans un corps quelcon-

que, est toujours le produit ou de sa masse par sa vitesse, ou de sa vitesse par sa masse. C. Q. F. D.

270. REMARQUE. De cette théorie ainsi établie & développée, découlent, comme autant de corollaires, les cinq Regles suivantes, dont l'objet est de comparer & d'évaluer la *Quantité respective* du Mouvement ou de la Force motrice, qui se trouve dans deux Corps dont la masse & la vitesse sont connues.

Nous nous bornerons à tracer & à montrer ici ces différentes Regles : parce qu'elles portent en elles-mêmes leur démonstration entière & complète ; démonstration fondée & sur les principes plausibles que nous venons d'établir, & sur les plus simples notions de la Multiplication arithmétique ou algébrique.

**REGLES GÉNÉRALES SUR LES FORCES RESPECTIVES.**

271. REGLE I. *Quand deux Corps ont une même masse & une même vitesse : leur quantité de mouvement est égale de part & d'autre.*

Car, soit  $M$  ou  $m$ , l'expression de la masse :  $V$  ou  $v$ , l'expression de la vitesse. Il est clair que  $M \times V = m \times v$ .

272. REGLE II. *Quand deux Corps sont égaux en masse, & inégaux en vitesse : leurs quantités respectives de mouvement sont entr'elles, comme leurs vitesses.*

Car il est clair que  $M \times V. M \times v :: V. v$ . (Math. 221).

273. REGLE III. *Quand deux Corps sont égaux en vitesse, & inégaux en masse : leurs quantités respectives de mouvement, sont entr'elles comme leurs masses.*

Car il est clair, d'après la même proposition mathématique, que  $V \times M. V \times m :: M. m$ .

274. REGLE IV. *Quand deux Corps sont inégaux en masse & en vitesse : leurs quantités respectives de mouvement sont entre elles, comme les produits des masses par les vitesses respectives.*

Car ces deux Forces motrices ne sont autre chose que le produit de chaque masse, par sa vitesse particulière plus ou moins grande.

275. REGLE V. *Si deux Corps  $M$  &  $m$  sont inégaux en masse & en vitesse ; en telle sorte que  $M$  surpasse  $m$  en masse, autant précisément que  $m$  surpasse  $M$  en vitesse : leurs quantités de mouvement sont égales.*

Et réciproquement, si les quantités de mouvement sont égales dans deux corps d'inégale masse : leurs vitesses sont en raison inverse de leurs masses.

DÉMONSTRATION. I<sup>o</sup>. La première partie de cette Règle est évidente. Car deux produits sont égaux : quand le multiplicande  $M$  du premier est au multiplicande  $m$  du second, comme le multiplicateur  $V$  du second est au multiplicateur  $v$  du premier. Par exemple,  $10 \times 5 = 5 \times 10$ .

II<sup>o</sup>. La seconde partie de cette Règle n'est pas moins évidente. Car deux Produits étant égaux : il y a nécessairement proportion entre les quatre grandeurs inégales qui forment ces produits. (*Math.* 172).

Or, pour qu'il y ait proportion, il faut que la grande masse  $M$ , soit à la petite masse  $m$ , comme la grande vitesse  $V$ , est à la petite vitesse  $v$ .

Par exemple, si  $M \times v = m \times V$  : donc  $M . m :: V . v$ . Par exemple encore, si  $10 \times 5 = 2 \times 25$  : donc  $10 . 2 :: 25 . 5$  ; & ainsi du reste. (*Math.* 173).

III<sup>o</sup>. Cette cinquième Règle est le principe fondamental de toute la Mécanique, science qui enseigne l'art de vaincre les plus grandes résistances, par le moyen d'une fort petite masse : ce dont elle vient à bout, en augmentant tellement la vitesse dans la petite masse, qu'il en résulte un produit égal ou supérieur au produit de la grande masse par sa petite vitesse. (421).

276. REMARQUE. Pour évaluer les Masses & les Vitesses, dont l'estimation doit toujours nécessairement entrer dans l'estimation du Mouvement : il faut les comparer avec des Mesures analogues & connues. Par exemple,

I<sup>o</sup>. La quantité des Masses, dans deux corps, s'estime par leurs poids, & par la comparaison de leurs poids avec des poids connus & déterminés.

Une masse de plomb & une masse de liège, d'une livre chacune, sont égales. Une masse de plomb d'une livre, & une masse de plomb ou de liège d'une once, sont entr'elles, comme 16 est à 1.

II<sup>o</sup>. La quantité des Vitesses, dans deux corps, s'estime, comme nous l'avons dit, en divisant dans chacun à part, l'espace parcouru par le tems employé à le parcourir : les quotiens respectifs expriment les vitesses respectives.

L'espace se mesure par des toises, des pieds, des pouces, des lignes : le tems, par des heures, des minutes, des secondes, des tierces.

277. REMARQUE II. D'après la théorie que nous venons de donner sur la *Quantité du Mouvement*, quantité toujours égale au produit de la vitesse par la masse, ou de la masse par la vitesse :

I<sup>o</sup>. On conçoit comment des Corps d'une étonnante ténacité,

tels que les molécules du feu & de la matière électrique ; tels que les esprits animaux, opèrent de si grands effets.

La petitesse de la masse est compensée en eux, par la grandeur excessive de la vitesse ; & le produit, qui exprime leur force motrice, ou leur quantité de mouvement, devient très-considérable par cette excessive vitesse, malgré la petitesse de la masse.

II°. On conçoit encore comment un *petit Caillou élastique*, intercepté entre deux gros rochers dont l'un détaché gravite sur l'autre avec une vitesse très-lente, s'échappe quelquefois avec une étonnante vitesse, avec une vitesse incomparablement supérieure à celle de l'énorme masse qui lui imprime le mouvement.

Ce caillou a été comprimé par le produit de la masse & de la vitesse du gros rocher qui le presse ; & selon les *Loix de la Compression & de la Réaction*, que nous expliquerons bientôt, il s'échappe & il s'élance avec une quantité de mouvement, égale à celle de la Force comprimante : ce qui ne peut avoir lieu, sans que ce caillou, qui n'a qu'une très-petite masse, prenne une très-grande vitesse.

### PARAGRAPHE TROISIÈME.

#### EXAMEN DES FORCES VIVES ET DES FORCES MORTES.

278. OBSERVATION. VOICI une matière qui paroît être le scandale de la Physique ! On y voit les plus grands Physiciens & les plus profonds Mathématiciens, appuyés sur des démonstrations physico-mathématiques, se diviser en des sentimens diamétralement opposés. Quel heureux prétexte de triomphe, pour l'aveugle & insensé Pyrrhonisme ! Nous ferons voir bientôt que ce scandale philosophique ne consiste que dans un *simple Mal-entendu* ; & qu'on est d'accord de part & d'autre sur le fonds des choses.

I°. On nomme *Force morte*, une force qui lutte en vain contre une résistance qu'elle ne peut vaincre. Par exemple,

Si sur les deux bassins d'une balance, on met d'abord d'un côté, un poids de deux livres ; & ensuite de l'autre côté, un poids d'une livre : ce *poids d'une livre*, est une force morte, une force comme détruite par la force ou par la résistance opposée.

Si sur les deux mêmes bassins on met de part & d'autre des poids égaux, en sorte qu'il y ait équilibre : l'une & l'autre force est encore une force morte, une force qui, détruite

par

par la force opposée, semble sans action. *Vis cujus actio perseveranter eliditur, & quasi mortua remanet.*

II°. On nomme *Force vive*, une force qui triomphe de la résistance opposée, & qui meut & déplace le corps qui s'oppose à son action.

Par exemple, si sur les deux bassins d'une balance, on met d'abord d'un côté, un poids de dix livres; & ensuite de l'autre côté, un poids de douze livres: le poids de douze livres, est une force vive, dont l'action déplace l'obstacle, & demeure victorieuse de la résistance que cet obstacle lui oppose. *Vis cujus actio non eliditur, sed victo obice, viva remanet.*

Le célèbre de Buffon donne une autre idée des Forces vives & des Forces mortes: mais cette idée n'a rien de commun avec l'objet de la question présente.

279. REMARQUE I. La Force vive & la Force morte ont également une action très-réelle. L'Action de la Force vive, consiste à vaincre la force opposée. L'Action de la Force morte, consiste à détruire dans la force opposée, une quantité de force égale à la sienne.

I°. Comme l'action de la Force morte, est persévérément détruite par l'obstacle ou par la résistance qu'elle rencontre: le résultat de tous ses efforts, constamment & persévérément détruits, est toujours le même; sans accroissement & sans diminution.

II°. Il n'en est pas de même de l'action de la Force vive. Comme cette force triomphe de l'obstacle opposé; & qu'après avoir déplacé le corps résistant, elle reste encore force vive & agissante: elle continue à agir sur le corps qu'elle emporte avec elle; & le résultat de ses efforts, de ses *Nifus*, contre ce corps ainsi emporté, est un résultat toujours croissant, un résultat proportionnel & à l'intensité & à la durée de tous ses efforts collectivement pris.

Par exemple, dans un *Poids de dix livres*, qui lutte sur une balance, contre un poids égal ou plus grand, pendant quatre secondes: le dernier effort, le dernier *Nifus*, ne produit ni plus ni moins d'effet que le premier: cet effort, toujours détruit, reste toujours égal à 10.

Mais dans un *Poids de dix livres*, qui sur une balance élève un poids opposé, pendant quatre secondes: après le premier effort qui a déplacé & commencé à emporter l'obstacle, le corps victorieux conserve encore sa force, & continue à l'exercer pendant tout le tems que le corps opposé est en prise à son action. Si cette action a exercé un effort & produit un effet comme 10, pendant la première seconde;

elle exercera un nouvel effort & produira un nouvel effet comme 10, dans chaque seconde suivante ; & elle imprimera au corps qu'elle emporte, un mouvement toujours croissant.

D'où il résulte, qu'un effort comme 10 dans une force morte, qui ne peut pas répéter & accumuler l'effet toujours nul de son action, est toujours égal à 10 ; & qu'un effort comme 10 dans une force vive, répété deux fois, est égal à 20 ; répété quatre fois, est égal à 40 ; répété dix fois, est égal à 100.

III°. Nous ne faisons attention ici qu'à l'action même de la Force vive : quelle que soit sa direction, quelle que soit son intensité, quelle que soit la quantité de son effet.

Soit qu'elle agisse de haut en bas ; soit qu'elle agisse de bas en haut ; soit qu'elle agisse dans une direction parallèle ou dans une direction oblique à l'horizon : ses efforts se répètent contre l'obstacle qu'elle emporte, tant que cet obstacle reste en prise à son action ; & le Résultat de ses efforts, quand ils finissent, est proportionnel à leur intensité & à leur durée.

280. REMARQUE II. Avant le milieu ou la fin du dernier siècle, tous les Physiciens du monde estimoient uniformément les forces vives & les forces mortes ; & les regardoient indistinctement les unes & les autres, comme le *Produit de la masse & de la vitesse*.

Un génie supérieur, né pour opérer des révolutions dans le génie, le fameux Leibnitz voulut établir une *singulière Distinction* entre ces deux especes de forces. Il avança & il soutint que, dans les forces mortes, la quantité de mouvement, est le produit de la masse par la simple vitesse : mais que, dans les forces vives, la quantité de mouvement, est le produit de la masse par le carré de la vitesse. Par exemple, soit un boulet de canon d'une livre, mu avec une vitesse comme 100 : ou avec une vitesse en vertu de laquelle il parcourt cent toises, en une seconde de tems. Selon Leibnitz,

I°. Si ce boulet rencontre un mur qu'il ne puisse pas abattre : sa force motrice est une *Force morte*, égale au produit de sa masse 1, par sa vitesse 100. Dans ce cas, la Force  $F = 100$ .

II°. Si ce boulet rencontre un mur qu'il renverse facilement : sa force motrice est une *Force vive*, égale au produit de sa masse 1, par le carré de sa vitesse 100, lequel carré est 10000. Dans ce cas,  $F = 10000$ .

La force de ce même boulet, toujours animé de la même

vitesse, est donc, selon Leibnitz, cent fois plus grande dans le second cas, que dans le premier.

III°. Quelque étrange que paroisse cette opinion, elle a divisé & partagé le Monde philosophe; & la *Distinction des Forces vives & des Forces mortes*, combattue par la plupart des Physiciens Anglois & François, qui s'en sont tenus à l'ancien calcul, est adoptée avec enthousiasme par la plupart des Physiciens Allemands & Hollandois, tels entr'autres que les Muschembroek, les s'Gravesande, les Wolf, qui ont suivi le calcul de Leibnitz.

PROPOSITION.

281. *Il n'y a aucune distinction réelle à admettre entre les Forces vives & les Forces mortes; & la dispute qui divise sur cet objet le monde philosophe, ne paroît être qu'une question de nom, où tout le monde est d'accord sur la chose contestée.*

DÉMONSTRATION. Pour établir cette proposition: nous allons faire voir que l'*Opinion de Leibnitz*, est un paradoxe que la raison défavoue; & que les expériences non contestées, sur lesquelles on fonde ce paradoxe, ne prouvent rien en la faveur.

I°. *L'Opinion de Leibnitz paroît être opposée à la Raison: & je le démontre.*

Tout le monde convient unanimement que les *Forces mortes* doivent s'estimer en multipliant la masse par la simple vitesse. Or les *Forces mortes*, sans changer intrinsèquement de nature, sans rien acquérir absolument de réel, deviendroient *Forces vives*: si l'obstacle qui les arrête, venoit à céder. Donc si, l'obstacle cédant, les *Forces mortes* devenoient *Forces vives*; elles devroient être estimées, comme quand elles étoient *forces mortes*, par le simple produit de la masse & de la vitesse: puisque leur nature est toujours intrinsèquement & positivement la même; soit que l'obstacle résiste, soit que l'obstacle cede.

A qui persuadera-t-on que le boulet, dont nous venons de parler (280), ayant toujours précisément & la même masse & la même vitesse, ait intrinsèquement en lui-même, une force tantôt comme 100, tantôt comme 10000: à raison simplement du hasard extrinsèque de l'obstacle qu'il rencontre? Quel étrange paradoxe! Une démonstration rigoureuse qui l'établirait, ne devroit aboutir qu'à rendre douteuse & suspecte la certitude même des démonstrations physico-mathématiques.

II°. *L'Opinion de Leibnitz n'est point prouvée par l'Expérience: & je le démontre.*



Tout le monde est d'accord sur l'estimation de l'effet produit par les *Forces vives*. Soit que l'on adopte, soit que l'on combatte la Distinction de Leibnitz: on convient de part d'autre, que l'effet produit par deux Mobiles qui triomphent de l'obstacle qui leur résiste, est, après l'épuisement des forces, égal au produit des masses par le quarré des vitesses respectives.

Par exemple, on convient que si deux Boulets de canon; dont les masses sont égales, & dont les vitesses sont comme 2 est à 1, heurtent contre un obstacle égal, qui cede à leur force motrice: l'effet du premier sera quadruple de l'effet du second, après l'épuisement des forces.

On convient que si deux Boules égales commencent à rouler avec des vitesses qui soient l'une triple de l'autre, sur une surface horizontale, qui occasionne un frottement ou une résistance uniforme: les espaces parcourus, quand les deux forces auront été épuisées, seront comme 9 est à 1.

On convient que si ces deux mêmes boules, au moment du départ, rencontrent sur le plan horizontal deux boules d'égale masse & élastiques, ainsi que les deux boules choquantes: les boules heurtées, quand elles auront perdu tout le mouvement qui leur aura été imprimé par le choc, auront parcouru des espaces qui seront entr'eux comme 9 est à 1; & ainsi du reste.

Il n'y a point de contestation, parmi les Physiciens, sur ces effets constatés par l'expérience. Mais ces effets incontestables forment-ils une démonstration en faveur de la distinction de Leibnitz? Non, sans doute: puisqu'on peut en rendre raison, en estimant les Forces vives, comme les Forces mortes, par le simple produit de la masse & de la vitesse. Voici donc l'explication de ces phénomènes, dans le sentiment anti-Leibnitzien. (*Fig. 17*).

EXPLICATION. Soient deux Boules A & B, égales en masse, & mues sur un plan horizontal avec des vitesses qui soient entre elles comme 2 est à 1.

1<sup>o</sup>. Estimons le Mouvement ou la Force motrice de ces deux boules, en multipliant leur masse par leur simple vitesse. La force motrice de la boule A, sera deux fois plus grande que la force motrice de la boule B. Ces deux boules éprouvant la même résistance sur le plan où elles roulent: il est clair que le mouvement de la boule A, qui est double en intensité, doit être double en durée.

Pendant tout le tems où les deux boules se meuvent ensemble, la boule A parcourt toujours deux fois plus d'espace que la boule B; & quand la boule B arrive au repos, la

boule A conserve encore son mouvement, lequel ne sera totalement épuisé qu'après avoir fait parcourir à la boule qu'il anime, un espace encore égal au précédent. La boule A, en vertu de son *Mouvement deux fois plus grand en lui-même*, que le mouvement de la boule B, n'arrivera donc au repos, qu'après avoir parcouru un espace quatre fois plus grand que la boule B.

Si cette même boule A avoit eu six fois plus de vitesse que la boule B : la boule A auroit eu une quantité de mouvement six fois plus grande *en intensité*, laquelle auroit été six fois plus grande *en durée*. Par conséquent, après l'épuisement des forces : la boule A, avec une quantité de mouvement simplement six fois plus grande en elle-même & en sa nature, auroit parcouru un espace 36 fois plus grand.

II°. Si on suppose que les deux Boules égales & élastiques A & B, mues avec des vitesses comme 2 & 1, rencontrent deux boules élastiques d'égale masse, sur un plan horizontal : on conçoit que dans le tems où se fait la compression entrées quatre boules, la boule A, ayant deux fois plus de vitesse, fera deux efforts contre la boule qu'elle heurte ; dans le même instant déterminé que la boule B, ayant la moitié moins de vitesse, n'exerce qu'un seul effort contre la boule qu'elle rencontre.

La compression opérée par la boule A ne doit pas durer davantage, que la compression opérée par la boule B : parce que la réaction étant égale à l'action comme nous l'expliquerons ailleurs (327) ; si la boule A a deux fois plus de mouvement que la boule B, elle éprouve deux fois plus de résistance dans la compression. Le mouvement de la boule A, doit donc périr aussi-tôt que celui de la boule B.

En supposant donc la compression achevée de part & d'autre dans une égale somme d'instans infiniment petits, & les deux boules frappantes dépourvues de tout leur mouvement : la boule heurtée par la boule A doit s'enfuir sur le plan horizontal, avec une somme de mouvement qui, comparée avec le mouvement de la boule heurtée par la boule B, sera double en quantité & double en durée ; sera par là même, quadruple dans son effet total, quand les deux boules seront arrivées au repos.

Si la boule A avoit dix fois plus de vitesse que la boule B à l'instant du choc : elle feroit comme dix impulsions contre la boule qu'elle rencontre, dans le même instant donné que la boule B, avec une vitesse dix fois moindre, fait une seule impulsion contre la boule qu'elle rencontre de son côté. La boule frappée & comprimée par la boule A, s'enfueroit donc sur le plan horizontal, avec un mouvement qui, comparé

avec le mouvement de la boule heurtée par la boule B, feroit centuple dans son effet total, ou dans l'espace parcouru, après l'entier épuisement des forces.

III<sup>o</sup>. Il résulte de-là, qu'on peut & qu'on doit soumettre au même calcul, & les *Forces vives* & les *Forces mortes* : les premières, en multipliant la masse par la *Vitesse actuelle*, qui triomphe de l'obstacle, & se déploie en liberté dans son effet; les dernières, en multipliant la masse par la *Vitesse initiale*, qui, vaincue par l'obstacle, tend en vain à se déployer dans son effet.

Donc il n'y a aucune Distinction réelle à admettre, entre les *Forces vives* & les *Forces mortes*. C. Q. F. D.

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

282. OBJECTION I. De l'aveu même des Antagonistes de Leibnitz : dans les *Forces vives*, les masses étant égales, les effets sont comme les *Quarrés des vitesses*. Donc les forces, qui doivent évidemment être comme les effets produits, sont aussi comme les quarrés des vitesses, & non comme les simples vitesses.

RÉPONSE. I<sup>o</sup>. Dans les *Forces mortes*, comme dans les *Forces vives*, les masses & les vitesses étant égales; les effets seroient égaux, si les forces mortes pouvoient exercer toute leur activité, comme l'exercent les forces vives : puisqu'il ne manque aux forces mortes, pour être forces vives, que le déplacement de l'obstacle; déplacement qui est totalement extrinsèque & étranger à leur nature & à leur activité.

Donc, l'activité des forces mortes & des forces vives étant la même en sa nature; elle doit être soumise à la même estimation, au même calcul.

II<sup>o</sup>. Les *Forces mortes*, après leur premier effort vaincu par la résistance de l'obstacle, ne peuvent pas exercer un second effort qui soit victorieux de l'obstacle. Le premier effort des forces vives, est donc l'expression de toute leur action : laquelle ne peut rien produire de plus, après ce premier effort inutile.

Dans les *Forces vives*, au contraire : après le premier effort, l'obstacle qui cede, donne lieu à de nouveaux efforts de la part de la force vive; efforts dont la somme accumulée produit en réalité, ce que les efforts de la force morte tendent à produire en puissance.

Donc les *Forces mortes* & les *Forces vives* étant les mêmes en leur nature; & ne différant qu'en ce que l'activité des premières est empêchée de se déployer, tandis que

L'activité des dernières n'est point empêchée de se déployer : il ne faut point établir une distinction réelle entre ces deux forces.

III°. Nous admettons toutes les expériences & tous les calculs par lesquels on prouve que dans les *Forces vives*, comparées entre elles, les effets sont comme les produits des masses par les quarrés des vitesses.

Que s'ensuit-il de là ? Il s'ensuit simplement, comme nous l'avons expliqué, que dans deux Forces motrices quelconques, la quantité d'action étant le produit de la masse par la simple vitesse : il faut avoir égard à la fois, & à la quantité de l'action, & à la durée de cette action.

IV°. Si les Forces vives sont entre elles comme les effets où leur action se déploie : pourquoi les Forces mortes ne feroient-elles pas entre elles comme les effets où leur action tend à se déployer ?

Donc si on estime les Forces vives, en multipliant la masse par le quarré de la vitesse : il faudroit également estimer les Forces mortes, en multipliant la masse par le quarré de la vitesse : ce que ne veulent point les Partisans de Leibnitz.

V°. La quantité ou l'activité des Forces, doit s'estimer par la grandeur de l'effet qu'elles produisent ou qu'elles tendent à produire dans des tems égaux ; & non par la grandeur de l'effet qu'elles produisent dans des tems inégaux.

Deux Forces vives A & B, avec une masse égale & une vitesse double l'une de l'autre, produisent dans un tems donné, deux effets qui sont entre eux comme les vitesses, & non comme les quarrés des vitesses.

283. OBJECTION II. Pourquoi estimer deux Forces motrices par l'effet qu'elles produisent dans des tems égaux, par exemple, dans le premier instant de leur impulsion : plutôt que par leur effet total, correspondant à toute la durée de leur action ?

RÉPONSE. La raison en est, qu'on estime principalement les Forces motrices, relativement à la résistance des obstacles qu'il faut vaincre. Or la résistance des obstacles à vaincre, exige qu'on fasse principalement attention à la quantité du premier effort : lequel étant vaincu par la résistance de l'obstacle, rend nuls tous les efforts qui l'eussent suivi, si l'obstacle eût cédé.

I°. Qu'une Masse d'un quintal, soit précisément suffisante pour résister, sans se déplacer, à l'impulsion du corps A, qui va la heurter avec 2 degrés de vitesse !

Une Masse de deux quintaux, sera précisément suffisante

pour résister, sans se déplacer, à l'impulsion du même corps A, qui ira la heurter avec quatre degrés de vitesse.

II°. On conçoit, & tout le monde convient, que ces deux Forces mortes  $A \times 2$ ,  $A \times 4$ , sont entre elles comme 1 est à 2.

Cependant, si dans ces deux cas l'obstacle venoit à être diminué d'une certaine quantité, ce qui est fort étranger aux deux forces motrices : l'obstacle cédant à l'impulsion du premier choc, l'effet total de ces deux forces épuisées, seroit comme 1 dans le premier cas, comme 4 dans le second cas. Car, dans le premier cas, la force comme 1, seroit = 1 en quantité, seroit = 1 en durée :  $1 \times 1 = 1$ . Dans le second cas, la force comme 2, seroit = 2 en quantité, seroit = 2 en durée :  $2 \times 2 = 4$ .

284. OBJECTION III. Soient deux Boules A & B, mues sur un plan horizontal également résistant : A, d'une livre, avec une vitesse 2 ; B, de deux livres, avec une vitesse 1.

Selon l'estimation des Antagonistes de Leibnitz ; ces deux Boules ont une égale quantité de mouvement : selon les Partisans de Leibnitz, la boule A doit avoir une quantité de mouvement deux fois plus grande que la boule B ; puisque  $1 \times 4$  carré de 2, est égal à 4 ; & que  $2 \times 1$  carré de 1, est égal à 2. La dispute sur cet objet, n'est donc pas, comme on le dit, une simple question de nom. (Fig. 17).

RÉPONSE. Les deux Forces, que l'on compare ici, sont deux Forces vives ; & de l'aveu des deux partis opposés, après l'épuisement des forces, la boule A aura parcouru un espace égal à 4 ; la boule B, un espace égal à 2.

La boule B étant double en masse : chacune de ses moitiés est égale à toute la boule A. L'effet de la force motrice est donc le même dans ces deux boules : puisque cette force motrice transportée d'une part, une boule de deux livres à une distance comme 2 ; & de l'autre, une boule d'une livre, à une distance deux fois plus grande.

Ces deux Forces motrices étant égales en intensité, sont aussi égales en durée : mais celle qui a plus de vitesse parcourt deux espaces, tandis que l'autre n'en parcourt qu'un. Celle qui a plus de vitesse & moins de masse, n'éprouve, en parcourant deux espaces, qu'autant de résistance qu'en éprouve celle qui a moins de vitesse & plus de masse, en parcourant un seul espace.

Il résulte encore de-là, que la dispute sur l'estimation des Forces, n'est qu'une question de nom, où tout le monde est d'accord sur les effets : mais que ces effets n'annoncent point, comme le prétendent les Partisans de Leibnitz, une Distinction réelle entre les Forces vives & les Forces mortes.

## SECONDE SECTION.

## OBSTACLES AU MOUVEMENT.

285. OBSERVATION. **T**ous les Corps n'ont pas une égale disposition au Mouvement. Les uns opposent plus & les autres opposent moins de résistance aux Forces qui les meuvent, au mouvement qui les anime : selon qu'ils different entr'eux par leurs figures, selon qu'ils sont ou plus ou moins polis dans leurs surfaces, selon la différence de leurs densités, selon le plus ou le moins de résistance qu'ils essuyent dans les milieux où ils se meuvent.

I°. Soient posés sur un même Plan horizontal, un globe de plomb de dix livres, & un cube de plomb de dix livres, également polis l'un & l'autre dans leurs surfaces.

Il vous sera plus facile de mouvoir horizontalement le globe, que le cube ; & si vous imprimez le même mouvement à l'un & à l'autre, le mouvement imprimé subsistera plus long-tems dans le globe que dans le cube. Donc *la figure d'un Corps, entre pour quelque chose, dans son plus ou moins de disposition au mouvement.*

II°. Soient deux Cubes égaux de marbre : l'un parfaitement poli, & posé sur un plan horizontal très-poli ; l'autre inégal & raboteux, & posé sur un plan horizontal inégal & raboteux de même.

Le premier cube se mettra plus facilement en mouvement, & conservera plus long-tems son mouvement, que le second. Donc *le plus ou le moins de poli dans les surfaces, entre aussi pour quelque chose, dans la différente mobilité des Corps.*

III°. Soient deux Cubes solides, d'un pied de diametre : l'un de plomb, l'autre de carton, également polis dans leurs surfaces, & posés sur un plan horizontal poli de même.

Si vous voulez les faire glisser sur ce plan, vous trouverez plus de résistance dans le premier que dans le second ; & l'effort qu'il vous faudra faire pour mouvoir ces deux corps, sera proportionnel à leur densité, ou à la quantité de matiere renfermée sous leur même volume. Donc *les Corps opposent au mouvement une résistance occasionnée par leur densité, & proportionnelle à leur densité.*

IV°. Si deux Corps de même volume, de même densité, d'un même poli, d'une même figure, se meuvent l'un dans l'air, l'autre dans l'eau : ils éprouvent une inégale résistance à leur mouvement. Donc *la diversité des milieux où les Corps se meuvent, s'oppose plus ou moins à leur mobilité & à leur mouvement.*

La résistance occasionnée par la *diversité des Densités* & par la *diversité des Milieux*, exige un développement à part, qui va faire le sujet des deux paragraphes suivans.

---

PARAGRAPHE PREMIER.

LA FORCE D'INERTIE.

286. OBSERVATION. **I**l y a dans la Matière, comme nous venons de le remarquer, une *résistance au Mouvement*, occasionnée précisément par le plus ou par le moins de matière à mouvoir. Cette résistance, toujours proportionnelle à la quantité de matière à déplacer, a été nommée par les modernes Physiciens, *Force d'inertie*, qu'il ne faut point confondre avec ce que nous avons nommé ailleurs *Inertie de la matière*. (72).

I°. On nomme *Inertie de la matière*, l'incapacité naturelle qu'elle a, de se donner par elle-même; le mouvement & l'action. C'est, dans la Matière, une propriété purement négative. (75).

II°. On nomme *Force d'inertie*, dans la Matière, la résistance ou l'obstacle positif que la matière oppose au mouvement, si elle est en repos; qu'elle oppose au repos ou à un mouvement différent, si elle se meut; précisément à raison de sa masse ou de sa quantité. C'est, dans la Matière, une propriété positive: quelles qu'en soient & la nature & la cause.

Descartes attribue au simple *Repos des parties*, cette résistance au mouvement, qu'on éprouve dans un corps qu'il faut déplacer.

Newton regarde cette résistance au mouvement, comme une *propriété naturelle de la Matière*; en vertu de laquelle toute matière en repos, oppose au mouvement un obstacle réel & positif, toujours proportionnel à sa masse: sans que le repos, qui n'est qu'une simple privation de mouvement, qui par conséquent n'est rien de positif, influe pour rien dans cette résistance positive au mouvement.

Une Matière en mouvement, oppose la même résistance positive, & au repos, & à un mouvement différent de celui qui l'anime.

287. ASSERTION I. *Il y a dans tous les Corps en repos, une Force d'inertie, inhérente à leur nature: en vertu de laquelle ils opposent une résistance positive au mouvement.* (Fig. 14).

DÉMONSTRATION. Soient deux Globes non-élastiques A

& B, égaux en volume, & d'une même matiere quelconque, suspendus dans l'air ou dans le vuide, par de très-longs fils perpendiculaires. Que l'on écarte de sa perpendiculaire MA, le globe A; & qu'on le laisse tomber par un arc de 6 degrés, vers sa perpendiculaire.

Si ce globe A, tombant par un arc de 6 degrés, ne rencontre point le globe B, qu'on aura écarté de sa route: il se mouvra à six degrés au-delà de sa perpendiculaire. Mais si ce même globe A rencontre sur sa route le globe B, de même masse que lui, il ne se porte avec le globe B qu'il chasse devant lui, qu'à trois degrés au-delà de sa perpendiculaire. Sur quoi je raisonne ainsi.

Le *Globe en repos*, oppose une résistance au globe en mouvement: sans quoi le globe en mouvement, après avoir rencontré le globe en repos, se porteroit à six degrés au-delà de sa perpendiculaire; comme lorsqu'il ne rencontre aucun obstacle. Car, pourquoi le globe en mouvement, en rencontrant le globe en repos, perdrait-il la moitié de son mouvement: si le globe en repos ne lui opposoit aucune résistance? Donc il y a dans ce globe B; & par un jugement d'analogie, donc il y a dans un Corps quelconque, une résistance réelle & positive au mouvement, une résistance inhérente à sa nature, une résistance indépendante de tous les obstacles étrangers à sa nature.

Cette *Résistance au mouvement*, qui se fait sentir également & dans le vuide & hors du vuide, est ce que nous nommons Force d'inertie: donc il y a dans tous les corps, une Force d'inertie, inhérente à leur nature. C. Q. F. D.

288. ASSERTION II. *Cette Force d'inertie, est proportionnelle à la masse, ou à la quantité de matiere qui résiste.*

DÉMONSTRATION. La Force d'inertie étant inhérente à la matiere: il est clair qu'elle réside dans chaque élément de matiere; il est clair que la résistance qu'elle oppose, doit être proportionnelle à la somme des élémens où elle réside; il est clair qu'elle doit être, comme les masses à déplacer & à mouvoir: double dans une masse double; quadruple dans une masse quadruple; & ainsi du reste. C. Q. F. D.

289. ASSERTION III. *Cette Force d'inertie, est indépendante de la gravité des corps, ou n'a point pour cause la gravité des corps.*

DÉMONSTRATION. Si on laisse tomber perpendiculairement un Corps solide quelconque, livré aux impulsions de sa gravité, & qu'on le frappe pendant sa chute d'un rapide coup de marteau; on éprouve de la part de ce corps, une



résistance qui ne peut pas naître de sa gravité : puisque la gravité ou la pesanteur, loin de s'opposer à l'impulsion du marteau, soustrait ce corps, autant qu'il est en son pouvoir, à cette impulsion du marteau.

Ce corps, & tout corps, a donc une Force d'inertie, une résistance au mouvement ; qui n'a point pour cause, sa gravité ou sa pesanteur. C. Q. F. D.

290. ASSERTION IV. *Cette Force d'inertie, cette résistance au mouvement, est distinguée & indépendante du repos des parties.*

DÉMONSTRATION. I°. Si cette Force d'inertie, si cette résistance au mouvement, n'est autre chose dans les corps, que le *Repos des parties*, comme le pensa Descartes : il s'ensuit qu'un corps d'une masse quelconque, d'une masse énormément grande, doit être déplacé & mis en mouvement, par le plus petit choc, par la plus légère impulsion du plus petit atome. Car le moindre effort, le plus petit choc, la plus légère impulsion, est un mouvement réel. Or tout mouvement est nécessairement opposé au repos ; & le repos doit nécessairement finir, là où le mouvement existe, où le mouvement agit.

Donc, si la Force d'inertie n'est autre chose que le repos des corps : un corps d'une masse quelconque devroit être mis en mouvement par le moindre effort, par la plus foible impulsion : ce qui est contre l'expérience, qui nous apprend qu'il y a des Mobiles qu'un mouvement assez considérable ne déplace point, & dont la résistance fait périr le mouvement qui les heurte. ( 310 ).

Donc il y a dans les Corps, une Force d'inertie, distinguée & indépendante du simple repos de leurs parties.

II°. Nous venons d'observer dans la démonstration de l'Assertion précédente, que cette Force d'inertie existe & se fait sentir dans les corps en mouvement, ainsi que dans les corps en repos. Il est donc absurde de vouloir confondre cette Force d'inertie, avec le repos des parties. C. Q. F. D.

291. ASSERTION V. *Cette Force d'inertie, est une suite ou une dépendance de la Loi générale d'impulsion.*

EXPLICATION. Le même Auteur de la Nature, qui a établi les Loix générales d'impulsion, qui a décerné que les Corps recevoient tel mouvement à l'occasion de tel choc, a décerné aussi que les Corps opposeroient *telle Résistance au mouvement* ; & que cette résistance, ou cette force d'inertie, seroit proportionnelle à la masse des corps à déplacer & à mouvoir.

Cette Force d'inertie, n'est pas plus une Qualité occulte

dans la matiere, que le mouvement même de la matiere. La résistance des corps, comme le mouvement des corps, est un effet physique qui ne dérive point de leur propre substance; qui n'a & ne peut avoir pour cause efficiente, que l'action de l'Auteur même de la Nature: action par laquelle il donne à tout, le mouvement ou le repos, selon certaines Loix fixes & constantes, par lui librement établies & par lui persévéramment mises en action & en exécution. (*Mét.* 80 & 783).

## OBJECTIONS A RÉFUTER.

292. OBJECTION I. L'air & les autres fluides, qui environnent un Corps en repos, l'empêchent de céder librement à l'impulsion du corps qui le heurte. Donc la résistance qu'oppose un corps en repos, au corps en mouvement, doit être attribuée à la résistance des milieux, & non à une fabuleuse Force d'inertie.

RÉPONSE. I<sup>o</sup>. Oter la Force d'inertie, aux corps solides qui sont en repos, pour l'attribuer à l'air & aux autres fluides environnans: c'est la détruire d'une main, pour l'établir de l'autre.

II<sup>o</sup>. L'air & les autres fluides, qui environnent les corps en repos, peuvent à la vérité opposer quelque résistance au mouvement & au déplacement de ces corps: parce que l'air & les autres fluides, ainsi que tous les corps quelconques, ont une résistance ou une force d'inertie proportionnelle à leur masse, qui s'oppose à leur mouvement.

Mais il est évident que les corps en repos opposent aux corps qui les heurtent, une résistance indépendante de la résistance de l'air & des autres fluides environnans. Car, outre que cette résistance des corps en repos, a lieu dans le vuide, de même à peu près que hors du vuide: la grandeur de cette résistance seroit proportionnelle à la grandeur des surfaces; & un globe de carton vernissé, d'un pied de diametre, résisteroit autant qu'un globe de plomb ou d'or, de même diametre: ce qui est indubitablement faux.

293. OBJECTION II. La Force d'inertie est toujours proportionnelle au poids des corps, ou à la quantité de leur matiere gravitante: ce qui semble indiquer que cette force d'inertie est identiquement la même chose que la pesanteur. L'expérience même par laquelle on établit l'existence de cette force d'inertie (287), ne prouve autre chose, que l'existence d'une pesanteur dans le globe en repos: lequel ne peut s'écarter de sa perpendiculaire, qu'en se mouvant contre la direction de sa pesanteur.

RÉPONSE I. La Pesanteur, dans les corps, est proportionnelle à leur masse la Force d'inertie, dans les corps, est aussi proportionnelle à leur masse. Mais la proportion de deux Forces, ne prouve pas l'identité de leur nature.

La Pesanteur n'agit que dans une seule direction, dans la direction centrale : la Force d'inertie agit & résiste en tout sens & selon toute direction. La première est donc distinguée de la seconde ; & la seconde, distinguée & indépendante de la première.

RÉPONSE II. Ce que l'on objecte ici contre l'Expérience par où nous établissons la première Assertion précédente, par où nous établissons l'existence d'une Force réelle d'inertie dans les corps, nous paroît mal vu en tout point, & ne prouver en rien l'induction qu'on voudroit en tirer. (Fig. 14).

I°. Les deux globes étant suspendus par de très-longs fils perpendiculaires l'un auprès de l'autre, comme le suppose l'Auteur de cette ingénieuse Expérience : le globe heurté, en parcourant un très-petit arc, ne s'éloigne qu'infinitement peu de la ligne horizontale. Ce globe ne devoit donc opposer au globe frappant, qu'une infinitement petite résistance.

II°. Si un globe heurte un autre globe sur un plan horizontal, dont tous les points sont également éloignés du centre de la terre : le globe frappé oppose sensiblement la même résistance, que dans l'expérience qu'on vient de citer.

Or la résistance du globe heurté sur le plan horizontal, ne peut point être attribuée à la gravitation : puisque ce globe ne s'éloigne point & ne tend point à s'éloigner du centre de la terre. Pourquoi la résistance du globe en repos, seroit-elle plus attribuée à la gravitation, dans l'expérience que l'on attaque ?

III°. Nous avons déjà observé qu'un corps qui tombe librement selon la direction de sa gravité, & que l'on frappe selon la direction de cette gravité, soit dans le vuide, soit hors du vuide, oppose au corps frappant, une résistance qui évidemment ne peut naître de la gravitation (289) : donc il y a dans les Corps, une résistance au mouvement, indépendante de leur gravitation.

Cette Force, indépendante de la gravitation, indépendante du repos des parties, indépendante de la résistance des fluides environnans, c'est ce que nous nommons, d'après Newton, Force d'inertie : donc il y a dans les Corps, soit en repos, soit en mouvement, une force d'inertie inhérente

à leur nature, & indépendante de toutes leurs autres propriétés.

294. OBJECTION III. Si les corps ont une force d'inertie, proportionnelle à leur masse ; comment un petit corps pourra-t-il déplacer un corps d'une masse vingt ou trente fois plus grande : puisque la force d'inertie, dans le corps plus grand, excède la force d'impulsion, dans le corps plus petit ?

RÉPONSE. La Force d'inertie, est une force simple, une force toujours égale à elle-même, une force incapable d'augmentation & de diminution : tant que la masse reste la même.

La Force d'impulsion, au contraire, est une force composée, qui résulte & de la masse & de la vitesse. Une petite masse, multipliée par une vitesse susceptible à l'infini d'augmentation, peut donc donner un produit, ou une quantité de Force motrice, capable d'excéder la résistance ou la force d'inertie qu'oppose une masse beaucoup plus grande que la masse frappante.

---

## PARAGRAPHÉ SECOND.

### LA RÉSISTANCE DES MILIEUX.

295. OBSERVATION. DEUX obstacles généraux s'opposent au progrès ou à la persévérance du mouvement d'un Corps, quand il rencontre d'autres corps sur sa route.

Le premier obstacle est la Cohésion des parties à déplacer. Tel est l'obstacle qui arrête le progrès du mouvement d'un Coin. qu'un violent coup de masse enfonce ou tend à enfoncer dans une bûche. Cet obstacle, plus ou moins grand dans tous les corps durs & solides, se fait un peu sentir dans quelques Liquides : mais il est insensible & comme nul dans les Fluides, tels que l'air, le feu, la lumière.

Le second obstacle est la Force d'inertie ; ou la résistance qu'opposent à leur déplacement, les Corps solides, liquides, fluides. Tel est l'obstacle que rencontre une balle dans l'eau ou dans le mercure, dont les élémens n'ont point de cohésion sensible, ou n'ont qu'une cohésion évidemment insuffisante pour produire une aussi grande & aussi prompte diminution de mouvement dans cette balle.

296. DÉFINITION. On appelle *Résistance des Milieux*, l'obstacle qu'opposent aux Corps en mouvement, les Fluides au milieu & au travers desquels ces corps se meuvent.

I°. La Terre, les Planetes, les Cometes, en se mouvant autour du Soleil, n'éprouvent aucune résistance sensible : parce qu'elles se meuvent dans le Vuide ; comme nous le démontrerons ailleurs. (793).

II°. Les Corps qui se meuvent auprès de la Terre, éprouvent inévitablement quelque résistance : parce qu'ils se meuvent inévitablement ou dans l'eau, ou dans l'air, ou dans d'autres fluides, qui ont nécessairement une masse ; & par-là même, une force d'inertie, ou une résistance au mouvement.

III°. Cette Résistance des milieux, a nécessairement pour source & pour cause, ou simplement leur *Force d'inertie*, qui leur est commune avec tous les corps ; ou l'*adhérence de leurs parties entre elles*, si ces fluides sont composés de molécules visqueuses & cohérentes, qu'il soit plus facile de déplacer que de séparer.

297. REMARQUE I. La *Résistance de Cohésion*, ou de *Viscosité*, se fait un peu sentir dans la plupart des huiles : elle est comme insensible dans l'eau : elle est totalement imperceptible & doit être censée nulle dans l'air, dans la lumière, dans la matiere subtile.

Dans ces trois derniers Fluides, la seule Force d'inertie ; peut opposer une résistance sensible au mouvement des corps qui les traversent.

298. REMARQUE II. La *Résistance de Cohésion*, infiniment petite dans l'eau, ne doit être comptée pour rien dans les grands mouvemens qui ont beaucoup de vitesse dans ce liquide : parce qu'alors l'action de cette force est sensiblement nulle, en comparaison de la force qui lui est opposée.

Mais quand ces mouvemens sont devenus comme infiniment petits : la *Cohésion*, qui est toujours constante, uniforme, proportionnelle au tems, peut avoir un effet sensible : en achevant de détruire par sa résistance, l'infiniment petite portion de mouvement qui reste au mobile. Ainsi, un solide plus léger que l'eau, mu horizontalement sur un bassin d'eau tranquille, arrive enfin à un repos entier & parfait, en vertu de l'infiniment petite cohésion des parties aqueuses : cohésion qui détruit à la fin efficacement, un petit reste de mouvement qui, par sa nature, tendroit à subsister toujours, en décroissant à l'infini par parties proportionnelles.

Dans la théorie que nous allons donner, nous ferons totalement abstraction de cette *Résistance de cohésion*, que nous regardons comme nulle dans les milieux où s'opèrent les grands mouvemens de la Nature ; & nous porterons

rons toute notre attention sur la *Résistance d'inertie*, qui a lieu dans tous les milieux & relativement à tous les corps.

299. **ASSERTION I.** *Si un même Corps commence à se mouvoir avec une même vitesse dans différens Milieux : la Résistance que lui opposent ces milieux, est proportionnelle à leurs densités.*

**DÉMONSTRATION.** Plus un Fluide est dense, plus il présente de parties résistantes au Solide qui le pénètre ; & qui ne peut le pénétrer, sans déplacer un volume du fluide, égal à son volume.

Moins un fluide est dense : moins il oppose de parties résistantes au corps qui le pénètre ; & qui ne déplace toujours qu'un volume du fluide égal à son volume. Par exemple, un milieu trois fois plus dense présente trois fois plus de parties à déplacer : il doit donc évidemment opposer une résistance trois fois plus grande ; & ainsi du reste.

Donc la Résistance qu'éprouve un corps qui commence à se mouvoir avec une même vitesse dans différens milieux, est proportionnelle à la densité de ces milieux. C. Q. F. D.

300. **ASSERTION II.** *Si deux Corps semblables, d'inégale grandeur, commencent à se mouvoir avec une même vitesse, dans un même Milieu : la Résistance de ce milieu, sera proportionnelle aux surfaces des deux corps qui le traversent.*

**DÉMONSTRATION.** Plus un Corps a de surface solide & impénétrable, la seule dont il est ici question ; plus est grande la quantité du fluide qu'il heurte & qu'il déplace : puisqu'il heurte & déplace nécessairement un volume du fluide, égal à son volume. Plus la quantité du Fluide heurté & déplacé est grande ; plus le corps qui le pénètre, rencontre de parties résistantes : puisque chaque partie du fluide, a sa résistance propre.

Donc, plus un Corps a de surface, plus il éprouve de résistance de la part du milieu dans lequel il se meut ; & réciproquement, moins un corps a de surface, moins il éprouve de résistance de la part de ce milieu. Donc si deux Corps commencent à se mouvoir dans un même milieu avec une même vitesse : la résistance que leur opposera ce milieu, sera proportionnelle à leur surface. C. Q. F. D.

301. **REMARQUE.** Un globe de bois & un globe de plomb, de même diamètre, mus dans l'air avec une même vitesse, éprouvent une égale résistance. Mais le globe de plomb triomphe plus aisément de cette résistance : parce qu'ayant autant de vitesse & plus de masse que le globe de bois,

il a plus de force motrice à opposer à la colonne d'air qui lui résiste.

Supposons que les sommes de mouvement, dans ces deux globes, soient entre elles comme 20 est à 100. Quand la résistance de l'air, aura fait perdre dix degrés de mouvement à ces deux globes: le globe de bois aura perdu la moitié de son mouvement, tandis que le globe de plomb n'aura perdu qu'un dixième du sien. Le mouvement du dernier, plus grand en intensité, sera aussi plus grand en durée.

302. ASSERTION III. *Si un même Corps commence à se mouvoir dans un même Milieu, par exemple, dans l'air, avec différentes vitesses: la Résistance de ce milieu, sera proportionnelle au carré de la vitesse du corps qui le pénètre.*

DÉMONSTRATION. Qu'un globe se meuve, avec une vitesse qui lui fasse parcourir une toise en une seconde, au travers d'un fluide quelconque, de l'air, par exemple. Dans une seconde, il déplacera une colonne du fluide, d'une toise de longueur; & il imprimera à toutes les molécules du fluide déplacé, une vitesse égale à la sienne.

Que ce même globe se meuve ensuite dans le même fluide, avec une vitesse qui lui fasse parcourir deux toises en une seconde. Dans une seconde il déplacera une colonne du fluide, de deux toises de longueur; & il imprimera à toutes les molécules du fluide déplacé, une vitesse égale à la sienne; c'est-à-dire, une vitesse double de la précédente.

I°. Dans le premier cas, le Mobile déplace une quantité du fluide comme 1, à laquelle il imprime une vitesse comme 1.

Ce Mobile, qui perd autant de mouvement qu'il en communique, & qui ne communique de mouvement, qu'autant qu'il éprouve de résistance, perd une quantité de mouvement, dont la masse est 1, la vitesse 1, le produit  $1 \times 1 = 1$ .

II°. Dans le second cas, le Mobile déplace une quantité du fluide comme 2, à laquelle il imprime une vitesse comme 2.

Ce Mobile perd donc une quantité de mouvement dont la masse est 2, la vitesse 2, le produit  $2 \times 2 = 4$ .

Le mouvement perdu par le Mobile, & par conséquent la résistance opposée par le Fluide, est donc dans ces deux cas, comme 1 est à 4: c'est-à-dire, comme le carré de la première vitesse, est au carré de la seconde.

III°. La théorie que nous venons d'appliquer à ces deux exemples de vitesses inégales, est une théorie générale, qu'il est facile d'appliquer de même à tous les cas possibles de vitesses différentes. Par exemple, si les vitesses d'un même

Mobile, dans un même milieu, étoient comme 1 est à 100, les Résistances du fluide, relativement à ce mobile, seroient également comme les quarrés des vitesses, ou comme 1 est à 100 : parce que dans le second cas, le Mobile, avec une vitesse comme 10, déplaceroit, dans un même tems déterminé, une colonne du fluide dix fois plus grande; & imprimeroit à chaque molécule de cette colonne dix fois plus grande, un mouvement dix fois plus grand.

Or, un Mobile ne peut communiquer un mouvement dix fois plus grand à toutes les molécules d'une colonne dix fois plus grande : sans lui donner une quantité de mouvement cent fois plus grande. D'ailleurs, un Mobile ne peut communiquer à un corps, un mouvement cent fois plus grand, sans perdre ce mouvement qu'il communique; & il ne peut perdre ce mouvement cent fois plus grand, sans éprouver une Résistance cent fois plus grande, qui le lui ravisse selon les loix de la Communication du mouvement.

IV°. Il résulte de tout cela, que la Résistance d'un même Milieu, relativement à un même Mobile, mu avec différentes vitesses dans son sein, est toujours proportionnelle au quarré de la vitesse qui anime ce mobile. C. Q. F. D.

#### DIVERS COROLLAIRES.

303. COROLLAIRE I. La Résistance respective qu'éprouvent deux Globes en mouvement, dans un même Fluide, est le produit de leurs surfaces respectives par le quarré de leurs vitesses respectives.

Ce premier Corollaire est une suite évidente des deux dernières Affertions précédentes.

304. COROLLAIRE II. La Résistance respective qu'éprouvent deux Globes en mouvement, dans deux Fluides de différente densité, est respectivement comme le produit de leurs surfaces par les quarrés de leurs vitesses, multiplié par la densité des fluides dans lesquels l'un & l'autre globe se meut. Ce second Corollaire est encore une suite évidente des trois dernières Affertions que nous venons d'expliquer & de démontrer.

305. COROLLAIRE III. Un Corps qui se meut dans un même Fluide, avec une vitesse initiale que rien ne tend à accélérer, éprouve une résistance qui diminue sans cesse, comme les quarrés des vitesses qui lui restent à la fin de chaque tems donné.

EXPLICATION. C'est encore ici une suite de la troisième Affertion précédente.

A la fin de chaque tems déterminé : la vitesse du Mobile a été diminuée par la résistance que le mobile a éprouvée pendant le tems écoulé. Or, comme la résistance est toujours



proportionnelle au quarré de la vitesse actuelle : il est clair que cette résistance est toujours comme le quarré de la vitesse qui reste à la fin de chaque tems donné, pendant lequel elle a été diminuée.

L'expérience & la théorie nous apprennent de concert, que la Résistance qu'oppose un Fluide au mouvement d'un Corps qui le traverse avec une vitesse toujours décroissante, n'est que la moitié de la Résistance qu'eût éprouvé ce même mobile ; s'il se fût mu persévéramment avec sa vitesse initiale. Elles nous apprennent par conséquent, que ce Mobile n'a perdu, au bout d'un tems donné, que la moitié du mouvement qu'il eût perdu dans ce même tems ; si sa vitesse primitive n'eût souffert aucune diminution.



### TROISIÈME SECTION.

#### LOIX GÉNÉRALES DU MOUVEMENT.

306. DÉFINITION. ON nomme *Loix générales du Mouvement*, la manière uniforme & constante dont s'opere, se conserve, ou se détruit le Mouvement, dans tous les Corps.

L'auteur de ces *Loix*, c'est l'Auteur même de la Nature, dont l'efficace volonté est & la seule cause primitive & la seule cause efficiente du mouvement qui la regle & qui l'anime. (76).

La connoissance de ces *Loix*, dépend plus de l'observation que du raisonnement : puisqu'elles émanent d'un Etre infiniment puissant & infiniment libre, qui a été parfaitement le maître de donner à la Nature, telles *Loix* qu'il lui a plu.

#### PREMIÈRE LOI.

307. *Un Corps qui a commencé à se mouvoir, conserve & sa même direction & la même vitesse : jusqu'à ce que quelque nouvelle Cause occasionne un changement, ou dans sa vitesse, ou dans sa direction.*

DÉMONSTRATION I. Le partage ou l'apanage naturel de tout Corps quelconque, est une intrinsèque Inertie ; une Indifférence passive au repos ou au mouvement, à tel mouvement ou à tel autre mouvement différent. (75).

Donc un Corps ne peut passer d'un état à un autre, par une vertu intrinsèque qui lui soit propre. Donc un Corps ne peut passer du repos au mouvement, du mouvement au repos, d'un mouvement à un mouvement différent, que par l'influence d'une Cause étrangère à sa nature.

Donc si un Corps a commencé à se mouvoir par l'influence d'une cause quelconque, avec une telle *Vitesse* & avec une telle *Direction* : ce corps conservera & cette vitesse & cette direction primitives, jusqu'à ce que quelque nouvelle Cause, ou quelque nouvelle action de la même cause, occasionne un changement, ou dans sa vitesse, ou dans sa direction, ou dans l'une & dans l'autre à la fois. C. Q. F. D.

DÉMONSTRATION II. Cette théorie métaphysique est parfaitement d'accord avec l'expérience. Car toutes les fois que nous voyons un Corps en mouvement, souffrir quelques changements ou dans sa *Direction* ou dans sa *Vitesse* nous découvrons & nous voyons que tel changement est dû à telle ou telle cause. D'où il est naturel de conclure que le Corps en mouvement, auroit persévérément conservé & sa vitesse & sa direction primitives : si aucune nouvelle cause n'eût eu prise sur lui ; si aucune nouvelle cause ou aucune nouvelle action de la même cause, n'eût occasionné un changement dans son mouvement ; soit en l'augmentant, soit en le diminuant, soit en l'infléchissant. C. Q. F. D.

## SECONDE LOI.

308. *Un Corps en mouvement tend naturellement & autant qu'il est en lui, à se mouvoir par une ligne droite.*

DÉMONSTRATION I. Un Corps ne peut se mouvoir, sans passer du point qu'il occupe, au point qui suit immédiatement. Or ces deux points contigus de l'Espace, font nécessairement une infiniment petite ligne droite : donc un corps ne peut se mouvoir, sans commencer à se mouvoir par une infiniment petite ligne droite.

Mais, par la première Loi que nous venons de démontrer : un Corps ne peut recevoir aucun changement dans son mouvement primitif, sans l'influence de quelque Cause qui fasse naître ce changement. Donc, s'il n'y a point de cause qui occasionne ce changement : un Corps en mouvement doit continuer sans cesse à se mouvoir, comme il a commencé à se mouvoir. Or ce Corps a nécessairement commencé à se mouvoir par une ligne droite : donc il doit continuer à se mouvoir par une ligne droite.

Donc un Corps qui a été mis en mouvement, qui a été tiré de son inertie naturelle, qui a reçu & acquis une Force motrice, tend naturellement & autant qu'il est en lui, à se mouvoir par une ligne droite. C. Q. F. D.

DÉMONSTRATION II. L'Expérience s'accorde encore ici parfaitement avec la théorie. Car nous ne voyons aucun Corps se mouvoir en ligne courbe : sans qu'il y ait une cause qui in-

fléchisse à chaque instant la direction de son mouvement ; & sans que le corps dont le mouvement est sans cesse infléchi, lutte avec effort contre la cause qui l'infléchi à chaque instant.

Donc l'expérience nous apprend que tout Corps en mouvement, tend naturellement & autant qu'il est en lui, à se mouvoir en ligne droite. C. Q. F. D.

309. REMARQUE. Cette seconde Loi du mouvement, est susceptible de quelques éclaircissemens, qui acheveront de lui donner toute la lumière qu'elle exige.

I°. Une Pierre qui circule dans la poche d'une fronde, lutte sans cesse contre le doigt qui la retient ; & à l'instant qu'on lâche une extrémité de la fronde, la pierre s'échappe & s'enfuit par la tangente au cercle qu'elle décrivait.

Donc cette pierre, ainsi que tout autre corps, tend naturellement à se mouvoir *en ligne droite* ; & s'oppose, autant qu'il est en son pouvoir, à l'action qui infléchi son mouvement.

II°. Le mouvement d'un Corps *en ligne courbe*, est moins un état, qu'un continuel changement d'état ; puisque ce corps est forcé à chaque instant, de prendre une direction contraire à sa tendance naturelle.

III°. Quand une Roue tourne rapidement sur son axe : toutes ses parties tendent naturellement à s'échapper du cercle qu'elles décrivent, par une infinité de lignes droites ; & si elles n'étoient pas retenues par leur adhérence naturelle, elles s'enfuiraient toutes par des tangentes au point qu'elles occupent ; comme sont les gouttes d'eau qu'on laisse tomber sur cette roue.

IV°. Si on attache un petit Vase au bout d'une ficelle, & qu'après l'avoir rempli d'eau, on le fasse tourner circulairement, comme une pierre dans une fronde ; *l'eau ne s'échappera pas du vase* : parce que toutes les gouttes d'eau, emportées par la force centrifuge qui les fait circuler, tendent à s'éloigner du centre de leur mouvement & à s'appliquer à la partie concave du vase, avec plus de force qu'elles ne tendent à s'approcher du centre de la terre.

Si le fond du vase étoit percé : elles s'échapperoient successivement par la tangente au cercle plus ou moins régulier qu'elles décrivent ; & leur mouvement, commencé par la tangente, ne s'infléchiroit que par l'influence d'une cause toujours subsistante & toujours agissante, qui est leur gravité ou leur pesanteur.

V°. Une *Toupie* roule circulairement sur son axe : parce que la ficelle qui la lance ou qui la frappe, s'entortillant autour d'elle, imprime à toutes ses parties, en se déployant

un mouvement en vertu duquel chacune de ces parties tend à s'enfuir par une tangente. Et comme toutes ces parties sont adhérentes & en équilibre en tout sens autour de l'axe : leur mouvement centrifuge ou axifuge, par-tout arrêté, se convertit en mouvement circulaire ; comme le mouvement d'une pierre dans la fronde.

### TROISIÈME LOI.

310. *Le Mouvement se perd dans un Corps, ou par la Communication qui le transporte à un autre corps, ou par la Résistance qu'il détruit purement & simplement. (Fig. 14 & 12).*

DÉMONSTRATION I. L'Expérience nous apprend d'abord que le *Mouvement se perd par la Communication*. Car le mouvement diminue ou cesse dans un corps ; à mesure & dans la même proportion que le mouvement naît ou s'augmente dans le corps que heurte & déplace le corps en mouvement. Par exemple,

I°. Si la boule A, écartée de sa perpendiculaire M A, tombe par un arc de six degrés : elle s'élève à environ six degrés au-delà de sa perpendiculaire, supposé qu'elle ne rencontre aucun obstacle sur son passage.

Mais si elle rencontre la boule B, d'égale masse & sans élasticité : elle ne s'élève qu'à trois degrés au-delà de la perpendiculaire.

La boule A perd donc de son mouvement ; & elle en perd précisément autant qu'elle en communique à la boule qu'elle déplace.

II°. Si le Corps A, au lieu d'être une boule, est un Pendule suspendu par un fil de fer (251), & tombant vers sa perpendiculaire par un arc de cinq ou six degrés : on observera d'abord que ce Pendule mu dans la direction de son tranchant, fait plus de vibrations, avant d'arriver au repos, dans le vuide qu'en plein air ; parce que l'air qu'il déplace, lui ravit une partie de son mouvement.

III°. Si le tranchant inférieur du Pendule P, pendant qu'il fait ses oscillations, s'enfonce à une petite & même profondeur, tantôt dans le mercure, tantôt dans l'eau : on observera que trois oscillations dans le mercure lui font perdre autant de mouvement, que quarante-deux oscillations dans l'eau. (Fig. 12).

Sur quoi je raisonne ainsi. Le mercure étant environ 14 fois plus dense que l'eau : un pendule P, mu dans le mercure, déplace pendant une oscillation, quatorze fois plus de matière, que lorsqu'il est mu dans l'eau : déplaçant quatorze fois plus de matière, à laquelle il imprime une même vitesse, savoir, sa vitesse propre, il communique 14 fois plus de mouvement

au mercure qu'à l'eau ; puisque les vitesses étant égales, les quantités de mouvement, sont comme les masses : communiquant 14 fois plus de mouvement au mercure qu'à l'eau, si le mouvement se perd dans la même proportion qu'il se communique ; le Pendule doit perdre, pendant une oscillation dans le mercure, autant de mouvement, que pendant quatre-vingt oscillations dans l'eau ; pendant trois oscillations dans le mercure, autant que pendant quarante-deux oscillations dans l'eau. C'est précisément ce que nous montre cette dernière expérience.

Donc l'Expérience nous apprend, non seulement que le Mouvement se perd par la communication, mais encore que le Mouvement cesse ou se perd dans un corps, dans la même proportion qu'il se communique à un autre corps. C. Q. F. D.

DÉMONSTRATION II. L'Expérience nous apprend encore que le Mouvement se perd ou périt par la résistance. Car, soient deux corps mous, par exemple, deux globes d'argille humide, égaux en masses & en vitesse : qui, suspendus chacun par un fil, & écartés également de leur perpendiculaire, viennent se heurter en des sens opposés en A B. (Fig. 14).

Après le choc, l'un & l'autre globe reste en repos : parce que l'un s'oppose & résiste également à l'autre. Donc le mouvement se perd & périt simplement par la résistance.

La même expérience & le même raisonnement auroient lieu : si le choc dont on vient de parler, se faisoit entre deux Corps parfaitement durs, & nullement élastiques. C. Q. F. D.

#### QUATRIÈME LOI.

311. Si un Corps en mouvement, éprouve quelque changement dans sa Vitesse ou dans sa Direction : ce changement sera proportionnel à l'action de la Cause physique qui le fait naître.

DÉMONSTRATION. 1<sup>o</sup>. Il est clair d'abord qu'une Cause physique ne peut pas produire un effet qui excède son activité. Donc le changement produit dans un corps en mouvement, ne peut pas excéder l'activité de la cause physique qui le fait naître. (Mét. 179 & 181).

II<sup>o</sup>. On fait ensuite que les Causes motrices sont des causes nécessaires, qui agissent toujours selon toute l'étendue de leur activité. Donc l'activité de la cause, est toujours proportionnelle à la quantité de l'effet. Donc un effet double ou triple, annonce une activité double ou triple dans la cause. Donc une activité double ou triple dans la cause, est toujours connexe avec une quantité double ou triple dans l'effet.

Donc la grandeur de l'effet, fait connoître l'activité de la

cause qui le produit ; & l'activité de la cause , fait connoître la quantité de l'effet qui doit être produit. C. Q. F. D.

312. REMARQUE. L'Ame humaine , soit qu'on la regarde comme cause efficiente , soit qu'on ne la regarde que comme cause occasionnelle du mouvement , n'est point une cause motrice proprement dite : puisque les *Causes motrices* dont il est question dans la Physique , sont toujours une action résultante d'une masse multipliée par une vitesse.

Par l'acte de la volonté , l'Ame humaine produit ou occasionne librement dans les esprits animaux ou dans les fibres & dans les muscles de son corps , une plus ou moins grande somme de mouvement. Le mouvement de ces esprits animaux , de ces fibres & de ces muscles , voilà la Cause ou la Force motrice proprement dite dans l'homme ; force aussi nécessaire en elle-même , & aussi inévitablement connexe avec son effet , quand elle existe , que la force motrice d'une machine à leviers & à poulies : avec cette seule différence , que la force motrice dans une machine , est nécessaire & dans son existence & dans son influence ; au lieu que la force motrice dans l'homme , nécessaire dans son influence , dépend de l'Ame libre , quant à son existence : parce que l'Ame qui met librement en jeu ses *Forces motrices* , est la maîtresse d'en empêcher , d'en modifier , d'en suspendre l'action , comme il lui plaît , en ce qui concerne les Mouvements libres du Corps qu'elle anime. (*Mét.* 175 & 744).

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

313. OBJECTION I. Si la *première Loi du Mouvement* , est vraie & réelle : si tous les Corps tendent naturellement à conserver toujours le même mouvement dont ils sont une fois animés , il s'ensuit :

I°. Que la Nature s'est imposé absurdement une Loi qu'elle ne suit jamais : puisque tous les corps soumis à nos observations , éprouvent des changemens continuels & dans leur direction & dans leur vitesse.

II°. Que tout Mouvement une fois existant devrait être naturellement un *Mouvement perpétuel* : quoiqu'il consiste que tous les corps tendent naturellement au repos , & que le Mouvement perpétuel répugne dans l'Ordre physique.

III°. Que Dieu , unique auteur de tout Mouvement , ayant commencé à mouvoir un corps , devrait être obligé à mouvoir perpétuellement ce corps de la même manière : ce qu'on n'a aucune raison d'affirmer.

RÉPONSE. I°. La Nature ne s'est point imposé une Loi chimérique , en s'imposant la Loi qu'on attaque. En vertu

de cette *premiere Loi*, tout mouvement doit persévérer tel qu'il a commencé : à moins que quelque cause ne lui occasionne du changement. Or toutes les fois qu'il arrive quelque changement dans le mouvement, il y a quelque cause qui occasionne ce changement. Donc la Nature fuit constamment & persévérément la *Loi* qu'elle s'est imposée ; ou plutôt, qui lui a été imposée par son Auteur.

Un Corps qui se meut dans une direction quelconque auprès de la Terre, éprouve toujours une résistance de la part des fluides qu'il déplace nécessairement. Un corps qui se meut de bas en haut, éprouve une résistance de la part de sa gravité, qui diminue sans cesse son mouvement. Un corps qui se meut de haut en bas, reçoit sans cesse de la part de sa gravité, de nouvelles impulsions, qui augmentent & accélèrent son mouvement. Un corps qui se meut horizontalement dans la région de l'air, est sans cesse sollicité & déterminé par sa gravité, à s'approcher du centre de la Terre ; & s'il se meut horizontalement sur un plan plus ou moins poli, il essuie une résistance de la part de sa gravité, qui, l'appliquant & le pressant continuellement contre ce plan, oppose incessamment au mouvement horizontal, un obstacle à vaincre, un obstacle capable de le détruire à la fin totalement.

On voit par là que, si les Corps paroissent tendre naturellement ou au repos ou à un changement de mouvement : cette tendance a pour source, non leur nature même, mais la résistance ou l'action d'une foule de causes, qui sont étrangères & à leur nature & à leur mouvement actuel.

II°. En vertu de cette *premiere Loi*, tout mouvement devroit être invariable & toujours permanent : si aucune cause ne s'opposoit à son invariable permanence. Mais comme nous ne connoissons aucune espece de mouvement, qui ne rencontre dans la Nature, des causes propres à changer sans cesse ou sa direction, ou sa vitesse : il s'ensuit qu'en vertu de cette *premiere loi*, tout mouvement dans la Nature, loin d'être constamment le même, selon son exigence naturelle & invariable, doit constamment changer ; selon l'occurrence & l'exigence des causes destinées à opérer ces changements.

Le *Mouvement perpétuel* répugne naturellement : parce que, pour que le mouvement perpétuel eût lieu, il faudroit, ou qu'un corps en mouvement pût continuer à se mouvoir sans cesse, sans rencontrer aucun obstacle ; ou qu'un corps en mouvement pût produire dans un ressort ou dans une machine qu'il iroit mettre en jeu, un mouvement plus grand que son propre mouvement ; un mouvement qui retournant tout entier dans sa cause, pût réparer les pertes continuelles

qu'elle effuie à l'occasion des obstacles opposés à son mouvement primitif. L'une & l'autre hypothese paroît impossible dans l'état naturel des choses : donc , dans l'état naturel des choses , le Mouvement perpétuel est chimérique.

III°. L'Auteur de la Nature & du Mouvement , est un être essentiellement sage , conséquent, immuable , incapable d'agir par caprice & sans raison : ce qu'il a une fois établi & décerné , est décerné & établi pour toujours. (*Mét.* 654 & 656).

Ainsi , affirmer que le Mouvement donné à un Corps par l'Auteur de la Nature , ne changera point ; s'il n'y a pas de cause qui en exige le changement : c'est affirmer simplement que l'Auteur de la Nature , est un être invariable dans ses volontés & dans son action , un être toujours conséquent à lui-même , & incapable d'agir par boutade & sans raison : ce qui , loin d'être une absurdité , est un principe très-certain & très-philosophique.

Cette cause ou cette raison de changement dans le mouvement d'un Corps , est ou l'action de sa gravité , ou la résistance des fluides , ou le choc de différens corps : causes dont on apperçoit toujours ou séparément ou conjointement l'influence ; toutes les fois qu'on voit du changement dans le mouvement d'un corps.

314. OBJECTION II. Si la *seconde Loi du Mouvement* , est vraie & réelle ; si tout Corps en mouvement , tend naturellement à se mouvoir par une ligne droite :

I°. Il s'ensuit d'abord , que le *Mouvement en ligne courbe* ; elliptique ou circulaire , est un mouvement contre nature ; puisque c'est un mouvement contraire à l'exigence naturelle de tous les corps en mouvement.

Or la Terre , les Planetes , les Cometes , se meuvent en ligne courbe autour du Soleil. Le Soleil lui-même se meut en ligne courbe , au centre du monde planétaire , autour de son centre & de son axe. Et il est assez probable que les Etoiles ont un mouvement semblable à celui du Soleil : un mouvement de rotation autour de leur axe sensiblement immobile. Donc tous les Corps les plus notables de l'univers , auroient un mouvement contre nature. (*Fig.* 124 & 125).

II°. Il s'ensuit encore qu'un corps mu en ligne courbe , elliptique ou circulaire , tend à se mouvoir par la Tangente. Or un corps ne peut tendre à se mouvoir par la Tangente.

Car un Corps mu en ligne circulaire ou elliptique , par exemple , la Terre mue autour du Soleil , ne peut tendre à se mouvoir par la tangente à sa courbe : sans tendre à s'éloigner du centre de son mouvement. Or la Terre ne peut



tendre naturellement à s'éloigner du centre de son mouvement, du centre du soleil : sans quoi elle tendroit naturellement, & à s'approcher & à s'éloigner du centre du soleil ; ce qui est contradictoire.

III°. Il s'ensuit enfin que la Végétation des plantes, que la circulation du sang dans les animaux, s'opéreroient par des mouvemens totalement contraires à l'exigence d'une Loi primitive du mouvement : puisque ces mouvemens, dans les plantes & dans les animaux, ne se font point, du moins pour la plupart, en ligne droite.

RÉPONSE. I°. Comme dans une Courbe quelconque, par exemple dans un cercle, deux points immédiatement contigus sont nécessairement une ligne droite : il est évident qu'un cercle est un polygone d'une infinité de côtés, qui sont tout autant de petites lignes droites. Donc un corps, mu en ligne circulaire, se meut nécessairement par une infinité de lignes droites, dont la direction est sans cesse inflexion, par la cause qui exige incessamment cette inflexion. Donc, en se mouvant circulairement, un corps suit, autant qu'il est en lui, la Loi générale qu'on attaque. (*Math.* 467).

Cette permanente inflexion ou interruption de mouvement, dans un Corps qui se meut en ligne courbe, est contre l'exigence naturelle du mouvement initial, selon lequel ce corps commence à chaque instant à se mouvoir. S'ensuit-il de-là que l'interruption ou l'inflexion de ce mouvement, soit contre nature ? Non : parce que la nature d'un mouvement commencé, n'exige pas qu'il ne soit point absolument interrompu ; mais simplement qu'il ne soit point interrompu sans l'influence d'une cause qui en exige l'interruption.

II°. Un Corps animé d'un mouvement elliptique ou circulaire, par exemple, la Terre mue autour du soleil, tend à chaque instant, en vertu du simple mouvement qui l'anime, à s'enfuir par la tangente ; & par là même, à s'éloigner du centre du soleil. Mais en vertu d'une autre cause, savoir, en vertu de sa gravitation, la terre tend aussi à chaque instant à s'approcher du centre du soleil. (771).

De cette double cause, naît la continuelle inflexion du mouvement de la terre autour du soleil : comme nous l'expliquerons ailleurs plus amplement. Il est donc faux qu'en vertu de la même cause, un corps tende contradictoirement à s'approcher & à s'éloigner du centre de son mouvement.

III°. Dans la Végétation des plantes, dans la Circulation du sang & des humeurs chez les animaux, tout mouvement tend à s'effectuer en ligne droite, & cependant presque tout mouvement s'effectue en lignes courbes ou anguleuses : parce que dans les animaux & dans les végétaux, le mouvement

s'effectue par une infinité de canaux, qui infléchissent presqu' sans cesse la direction des fluides destinés à leur conservation ou à leur accroissement.

Les mouvemens sans cesse infléchis & détournés de ces fluides, ne sont point contre nature : parce que, comme nous venons de l'observer, la nature du mouvement exige simplement que le mouvement ne soit point changé sans l'influence de quelque cause ; & que les sinuosités des canaux où coulent les fluides dans les animaux & dans les végétaux, exigent par leur résistance, que le mouvement de ces fluides preenne sans cesse leur direction.

315. OBJECTION III. Si la troisieme Loi du mouvement, est vraie & réelle ; si le mouvement périt purement & simplement par la Résistance : l'Univers devoit depuis long-tems être privé de tout mouvement ; la Nature entiere devoit être plongée dans une inaction totale & générale : puisque tous les Corps de la Nature éprouvent sans cesse & par-tout, des résistances d'où résulteroit une destruction réelle de leur mouvement.

D'ailleurs la preuve d'expérience, sur laquelle on établit principalement cette troisieme Loi, est-elle bien concluante & bien démonstrative ? Ne pourroit-on pas dire avec Descartes, que le mouvement de deux corps, durs ou mous, qui s'entrechoquent en des sens opposés, est communiqué à l'air & aux fluides environnans, par le frémissement interne de leurs parties : au lieu de dire avec Newton, que ce mouvement est purement & simplement détruit & anéanti ?

RÉPONSE. L'action de la Nature n'a rien à craindre de la Loi qu'on attaque ici ; & l'expérience qui établit cette loi, est très-concluante & très-décisive.

1°. Les *Mouvemens généraux* de la Nature, les mouvemens qu'on peut regarder comme *essentiels à sa constitution*, n'éprouvent aucune résistance connue, dans l'hypothese démontrée des Vuides immenses de Newton. Donc ces mouvemens généraux, ces mouvemens essentiels, ne peuvent point être détruits par la voie de la résistance.

La Terre, les Planetes, les Cometes, en vertu d'un mouvement projectile qui tend à s'effectuer par la tangente à leur courbe, & d'un mouvement central qui tend à s'effectuer par le rayon de leur courbe, font leurs révolutions périodiques autour du Soleil : sans éprouver d'autre résistance, que l'infinitement petite percussion de la lumiere ; qui, dardée sans cesse contre leur surface, tend nécessairement à augmenter leur mouvement d'une part, autant précisément qu'elle tend à le diminuer de l'autre.

La résistance que la force projectile oppose à la force centrale, & que la force centrale oppose à la force projectile, ne tend & n'aboutit qu'à entretenir ou à faire renaitre l'équilibre entre ces deux forces; & à empêcher que l'une des deux ne devienne persévéramment prédominante.

II°. Les *Mouvements particuliers* de la Nature, les *Mouvements* qu'on peut regarder comme *accidentels à la constitution de l'Univers*, peuvent se réparer en mille & mille manieres: à mesure qu'ils périssent par la voie de la résistance.

Par exemple, les *mouvements* des plantes & des animaux, quand les individus périssent, sont réparés par la formation de nouveaux individus semblables. Le mouvement diminué par le froid pendant l'hiver, est réparé par le retour du printemps & de l'été. Le mouvement que peut faire périr la résistance dans le regne animal, dans le regne végétal, dans le regne minéral, est réparé par l'action de la Lumière & du Feu que le Soleil darde sans cesse sur la Terre. Le mouvement que pourroit perdre la masse de l'air, par la résistance que lui opposent si souvent les forêts & les montagnes, est sans cesse réparé par son élasticité, qui lui rend en un sens opposé, tout le mouvement que la résistance lui a fait perdre.

III°. Dire que le *Mouvement* qui semble périr dans le choc opposé de deux corps, durs ou mous, peut être communiqué aux fluides environnans: c'est recourir à une mauvaise raison, pour soutenir une mauvaise cause.

Car il conste par des expériences certaines & non contestées, que si deux Corps mous se meuvent dans la même direction, en telle sorte que celui qui précède, aille deux fois ou quatre fois plus lentement que celui qui le suit: après le choc, les deux corps heurtés & comprimés se meuvent dans la même direction, avec la somme entière de leur mouvement primitif: donc leur mouvement primitif, qu'ils conservent tout entier après le choc & après la compression, n'a pas été communiqué à l'air & aux fluides environnans, par le frémissement interne de leurs parties. Or, si le mouvement n'est pas communiqué à l'air & aux fluides environnans par le frémissement interne des parties, quand deux corps se choquent en se mouvant dans la même direction: pourquoi le mouvement seroit-il communiqué à l'air & aux fluides environnans, quand deux corps se choquent en se mouvant dans des directions opposées?

S'il y a réellement dans le choc des Corps mous, ou des Corps durs & non élastiques, un frémissement interne de parties, capable de transmettre le mouvement aux fluides environnans il est clair que ce frémissement interne des parties, doit communiquer le mouvement aux fluides environ-

nans, dans le cas où le choc se fait entre deux corps mus dans la même direction ; comme dans le cas où le choc se fait entre deux corps mus en des directions opposées ?

Et s'il n'y a point de tel frémissement interne de parties : comment le frémissement interne des parties, peut-il communiquer & transmettre le mouvement primitif aux fluides environnans ?

Donc la raison qu'on apporte pour éluder la preuve expérimentale de la troisième Loi du mouvement, est une raison futile & ruineuse. Donc il reste démontré que le Mouvement périt réellement par la résistance.

316. OBJECTION IV. La quatrième Loi du Mouvement, confond les Forces motrices *libres*, avec les Forces motrices *nécessaires*, qu'il faudroit cependant distinguer : puisque si la quantité d'une force motrice nécessaire est déterminée par son effet, il n'en est pas de même d'une force motrice libre, qui se déploie plus ou moins dans son effet ; quelquefois selon toute son activité, quelquefois aussi selon une simple partie de son activité.

RÉPONSE. La quatrième Loi du mouvement, ne confond rien qu'il faille distinguer. Il n'y a point, à proprement parler, de Force motrice libre, comme nous l'avons déjà observé & expliqué (312) : puisqu'une Force motrice est simplement & nécessairement une masse multipliée par une vitesse ; & que la Liberté, qui ne peut convenir & appartenir qu'à une substance intelligente, ne peut être l'apanage, ni d'une matière, ni d'une vitesse.

## QUATRIÈME SECTION.

### COMMUNICATION DU MOUVEMENT.

317. OBSERVATION I. IL consiste par mille & mille expériences connues de tout le monde, que, dans le choc des Corps, le Mouvement se communique & se transmet de l'un à l'autre. Il s'agit, dans cette quatrième Section, d'observer selon quelle proportion & selon quelles loix se fait cette Communication du mouvement, & de bien fixer l'idée qu'on doit s'en former.

1°. Quand nous disons que le Mouvement se communique d'un corps à un autre : nous ne prétendons pas dire que la modification de mouvement qui est dans un corps A, passe dans un autre corps B, & devienne une modification de ce corps B. La modification de mouvement qui se trouve dans

le corps A, ne peut pas plus passer dans le corps B, & devenir une modification du corps B; que le corps A ne peut devenir le corps B: parce que les modifications ne peuvent exister que dans le sujet qu'elles modifient; & que leur nature est telle, qu'elles exigent essentiellement, pour exister, d'être modifications de tel sujet, de tel individu, sans pouvoir jamais devenir modifications d'un autre sujet, d'un autre individu (*Met.* 114 & 783).

Qu'est-ce donc qu'on entend & qu'on doit entendre par *Communication de mouvement d'un corps à un autre corps*? On entend, on doit entendre, que l'Auteur du Mouvement; à l'occasion du choc de deux Corps, diminue ou détruit le mouvement dans le corps frappant; & qu'il produit ou qu'il augmente, selon certaines règles fixes & constantes, le mouvement dans le corps frappé.

Le mouvement qui naît dans le corps frappé, n'est point identiquement le mouvement qui étoit & qui a cessé d'être dans le corps frappant; mais un mouvement semblable, qui commence à exister dans le corps frappé, à mesure & à proportion que le mouvement diminue ou périt dans le corps frappant.

II°. En concevant que le Mouvement se communique d'un corps à un autre, par le choc; comme nous venons de l'expliquer: il faut toujours supposer que *la Communication du mouvement est successive, & non instantanée*: c'est-à-dire, que le mouvement imprimé & communiqué à une partie d'un corps, a besoin d'un certain tems plus ou moins long; pour se communiquer successivement aux parties du même corps, éloignées du point où s'est faite la percussion. Une expérience connue de tout le monde, démontre cette vérité physique. (*Fig.* 16).

Soient deux Verres A & B, sur lesquels on posera horizontalement un assez long bâton, d'un bois bien sec & bien fragile. Qu'avec un autre bâton, on frappe vigoureusement & perpendiculairement ce bâton horizontal en C. Le bâton A B se cassera, sans renverser les deux verres pleins d'eau: parce que ce bâton, subitement divisé en C, cesse de porter sur les deux verres, avant que le mouvement imprimé en C, ait eu le tems de se porter & de se transmettre en A & en B.

Si le bâton A B ne se casse pas subitement; les verres sont renversés & mis en pièces: parce que le mouvement imprimé au bâton en C, a le tems de se transmettre & d'agir en A & en B.

Par la même raison, une porte ouverte & suspendue sur ses gonds, cede facilement à une légère impulsion de

ma main : parce que le mouvement de ma main a le tems de se communiquer successivement à toutes les parties de la porte. La même porte est à peine ébranlée par une balle qui la frappe perpendiculairement & la perce de part en part : parce que le mouvement de la balle a emporté la partie qui lui résiste & où elle fait son trou , avant que ce mouvement ait eu le tems de se communiquer au reste de la porte & d'ébranler la partie qui repose immédiatement sur les gonds.

Un Auteur moderne a conclu de-là , par un parallogisme auquel ne devoit pas s'attendre notre siècle , qu'une petite Force peut produire un plus grand effet qu'une Force infiniment plus grande.

318. OBSERVATION II. Les divers Corps , entre lesquels se communique le mouvement, sont ou mous, ou durs, ou élastiques.

I<sup>o</sup>. On nomme *Corps mous* , ceux qui se compriment avec facilité ; & qui étant comprimés , ne tendent point par leur nature , à reprendre la figure que la compression leur a fait perdre. Telle est la cire vierge , l'argille humide : tel est le beurre : telle est une boule de neige.

II<sup>o</sup>. On nomme *Corps durs* , ceux qui ne peuvent aucunement se comprimer. Tels sont les élémens primitifs de la matiere , dont les figures sont inaltérables & indestructibles. (145).

Parmi les corps solides qui sont en prise à nos expériences & à nos observations , nous n'en connoissons aucun qui soit parfaitement dur & incompressible. (205).

III<sup>o</sup>. On nomme *Corps élastiques* , ceux qui se compriment ; & qui , après avoir été comprimés , reprennent ou tendent à reprendre leur premier état , leur figure primitive & naturelle. Tel est le marbre , l'ivoire , l'acier trempé : telle est une branche d'osier. (226 , 229 , 232).

319. REMARQUE I. Comme la Communication du Mouvement se fait de la même manière & selon les mêmes loix , dans les Corps mous & dans les Corps durs , qui sont également sans élasticité : nous diviserons cet article simplement en deux paragraphes , qui auront pour objet la Communication du mouvement dans les *Corps sans ressort* & dans les *Corps à ressort*.

I<sup>o</sup>. Quoique nous ne connoissions dans la Nature , aucune *Especie de corps solides* , qui soit parfaitement molle , parfaitement dure , parfaitement élastique : cependant , dans les Loix que nous tracerons sur la communication du mou-

vement, nous considérerons les Corps sans ressort, comme s'ils n'avoient absolument aucune élasticité; & les Corps à ressort, comme si leur élasticité étoit parfaite.

Nous ferons donc abstraction, de la très-petite élasticité que peuvent avoir les Corps mous ou durs; & du défaut d'élasticité parfaite, qui peut se trouver dans les Corps élastiques.

II°. En traçant les Loix de la communication du mouvement, nous ferons encore abstraction de la gravité des corps, de la résistance des milieux où ils se meuvent, de l'obliquité de leurs collisions.

Nous les considérerons donc, comme s'ils étoient sans gravité, comme s'ils se mouvoient dans un vuide parfait, comme s'ils se heurtoient toujours directement par la ligne droite qui atteint leurs centres.

Toutes ces suppositions sont absolument nécessaires pour simplifier cette théorie, déjà assez compliquée par elle-même.

320. REMARQUE II. On divise la *Vitesse des corps*, dans la théorie du choc, en vitesse absolue & en vitesse respective.

I°. La *Vitesse absolue d'un corps*, est l'espace qu'il parcourt, divisé par le tems employé à le parcourir: c'est le quotient de l'espace divisé par le tems. (262).

II°. La *Vitesse respective de deux corps*, qui se meuvent l'un contre l'autre, est l'espace parcouru par les deux corps, divisé par le tems employé à parcourir cet espace: soit que ces deux Corps parcourent des portions égales, soit qu'ils parcourent des portions inégales de cet espace. Par exemple, (Fig. 17):

Un corps A est éloigné d'un corps B, de six toises: ces deux corps s'avancent l'un contre l'autre en une seconde; en telle sorte que le corps A parcourt quatre toises, & le corps B, deux toises: leur vitesse respective est = 6 toises.

Après le choc, ces deux corps rétrogradent l'un & l'autre: quelle que soit la cause de cette rétrogradation. Le corps A parcourt deux toises; & le corps B quatre toises, dans une seconde. Leur Vitesse absolue a changé, mais leur Vitesse respective reste la même: c'est toujours 6 toises parcourues par les deux corps, en une seconde.



## PARAGRAPHÉ PREMIER.

COMMUNICATION DU MOUVEMENT, DANS LES CORPS  
SANS RESSORT.

**L**ES Corps sans ressort, ainsi qu'on vient de l'expliquer, sont ceux que l'on considère ou comme parfaitement mous, ou comme parfaitement durs. (319).

## THÉORÈME I.

321. Dans le choc des corps en général, la quantité de mouvement que perd le Corps frappant, est d'autant moindre, que sa masse est plus grande; est d'autant plus grande, que sa masse est plus petite, relativement à la masse du Corps qu'il heurte & qu'il déplace.

DÉMONSTRATION. La Spéculation & l'Expérience concourent de concert à établir & à faire sentir la Vérité de ce théorème fondamental, que nous bornerons ici au choc des corps sans ressort, & qu'il sera facile de transporter & d'adapter au choc des corps à ressort.

I°. La Spéculation fait sentir la vérité de ce théorème. Car, plus la masse du corps frappant est grande, relativement à celle du corps frappé: moins le corps frappant divise son mouvement, en le partageant avec le corps frappé. Moins ce mouvement se divise, plus chaque division reste grande. Donc la quantité de mouvement que perd le corps frappant, en partageant son mouvement avec le corps frappé, est d'autant moindre, que la masse frappante est plus grande.

Plus la masse du corps frappant est petite, relativement à celle du corps frappé: plus le corps frappant divise son mouvement, en le partageant avec le corps frappé. Plus ce mouvement se divise, plus chaque portion ou division est petite. Donc la quantité de mouvement que perd le corps frappant, en communiquant son mouvement au corps frappé, est d'autant plus grande, que la masse frappante est plus petite.

II°. L'Expérience fait encore mieux sentir la vérité de ce théorème. Car,

Si un Corps de dix livres, heurte avec une vitesse quelconque, un corps d'une livre, en repos & mobile; le corps de dix livres ne perd qu'un onzième de son mouvement: parce que son mouvement qui étoit partagé entre dix livres & appliqué à transporter une masse de dix livres avant le choc, se trouve partagé entre onze livres & appliqué à transporter une masse de onze livres, après le choc.

Q ij



Si au contraire un Corps d'une livre, avec une vitesse quelconque, rencontre un corps de dix livres en repos & mobile; il perd dix onzièmes de son mouvement: parce que le même mouvement qui étoit attaché tout entier à transporter une livre avant le choc, se divise en onze parties pour transporter onze livres après le choc. C. Q. F. D.

### THÉORÈME II.

322. Quand un Corps sans ressort, heurte un autre Corps sans ressort:

I°. Si le choc se fait contre un corps en repos, ou contre un corps mu dans la même direction que le corps frappant: le Mouvement se partage, sans se détruire.

II°. Si le choc se fait entre deux corps mus en des sens opposés: Le Mouvement périt en tout ou en partie.

Si les deux mouvemens opposés sont égaux en quantité, soit que les corps soient égaux, soit que les corps soient inégaux en masse: les deux Corps restent en repos après le choc.

Si les deux Mouvemens opposés sont inégaux en quantité: les deux Corps, après le choc, se meuvent dans la direction du plus grand mouvement, avec un mouvement commun, qui est l'excès du plus grand mouvement sur le plus petit. (Fig. 14).

DÉMONSTRATION. C'est à l'Expérience, de constater & de faire sentir la Vérité des différentes parties de ce second théorème.

EXPÉRIENCE I. Soient deux globes A & B, suspendus perpendiculairement en l'air l'un à côté de l'autre, auprès d'un plan perpendiculaire & parfaitement poli.

I°. Le globe A de quatre onces, par exemple, écarté d'abord à six degrés de sa perpendiculaire, & livré ensuite à sa gravité, seroit emporté, par son mouvement, à six degrés au-delà de sa perpendiculaire MA, s'il ne rencontrait aucun obstacle. La somme de son mouvement seroit 4 de masse, par 6 de vitesse:  $4 \times 6 = 24$ .

Mais si ce globe A rencontre le globe B de deux onces, en repos & mobile: il l'emporte avec lui d'un mouvement commun; & l'un & l'autre va à quatre degrés au-delà de la perpendiculaire. Le Mouvement commun, après le choc, est  $4 \div 2$  de masse, par 4 de vitesse:  $4 \div 2 \times 4 = 24$ .

Donc le mouvement se partage, sans se détruire, dans le choc d'un corps en mouvement contre un corps en repos.

II°. Si le globe B de deux onces, écarté à neuf degrés de sa perpendiculaire, vient heurter le globe A de quatre onces, en repos & mobile: après le choc, les deux globes

se meuvent d'un mouvement commun, à trois degrés au-delà de leur perpendiculaire.

Avant le choc, la quantité de mouvement étoit  $2 \times 9 = 18$ : après le choc, la quantité de mouvement est  $2 + 4 \times 3 = 18$ . Donc encore, le mouvement se partage, sans se détruire, dans le choc de deux corps dont l'un est en repos.

EXPÉRIENCE II. Si le corps A. de quatre onces, avec une vitesse comme 6, va heurter le corps B de deux onces, mis devant lui dans la même direction avec une vitesse comme 3: après le choc, les deux corps se meuvent d'un mouvement commun dans la direction du corps frappant, jusqu'à 5 degrés au-delà de leurs perpendiculaires.

Avant le choc, les deux sommes de mouvement étoient  $24 + 6 = 30$ : après le choc, le mouvement commun aux deux corps, est  $4 + 2 \times 5 = 30$ .

Donc le Mouvement se partage, sans se détruire, dans le choc qui se fait entre deux corps mus dans la même direction.

On aura les mêmes résultats, si on varie cette expérience en telle manière qu'on voudra: donnant tantôt plus & tantôt moins de vitesse ou de masse, aux corps que l'on fera choquer dans la même direction.

EXPÉRIENCE III. Si le corps A de quatre onces avec une vitesse 3, & le corps B de deux onces, avec une vitesse 6, viennent se heurter en des sens opposés: après le choc, les deux corps restent en repos, & privés de tout mouvement.

Avant le choc, la quantité de leurs mouvemens opposés,  $4 \times 3$  &  $2 \times 6$ , étoit égale. Donc dans le choc, les mouvemens égaux & opposés se détruisent.

Le même repos suivra le choc de deux corps qui se heurtent en des sens opposés, quelles que soient leur masse & leur vitesse: pourvu que ces corps soient sans ressort, & que leurs quantités de mouvement soient égales.

EXPÉRIENCE IV. Si le corps A de quatre onces avec une vitesse 2, & le corps B de deux onces avec une vitesse 7, viennent se heurter en des sens opposés: après le choc, les deux corps se meuvent dans la direction du corps B, avec une vitesse commune  $= 1$ .

Avant le choc, les mouvemens opposés étoient 8 & 14: après le choc, il ne reste en tout que six degrés de mouvement commun aux deux corps: ce qui est précisément l'excès du plus grand mouvement sur le plus petit mouvement.

Donc dans le choc des corps mus en des sens opposés, le moindre mouvement est détruit par le plus grand, & dé-

truit à son tour dans le plus grand, une quantité de mouvement égale à la sienne : en telle sorte qu'il ne reste aux deux corps sans ressort, pour *Mouvement commun*, que l'excès du plus grand sur le plus petit. C. Q. F. D.

323. REMARQUE. Quand deux Corps se choquent ; l'un des deux peut être en repos : tous les deux peuvent se mouvoir dans la même direction : tous les deux peuvent se mouvoir dans des directions diamétralement opposées.

I°. Quand l'un des deux Corps qui se choquent, est *en repos & immobile* ; la percussion est proportionnelle à toute la somme de mouvement qui anime le corps choquant : parce qu'alors le corps choqué ne se soustrait à aucune partie du mouvement qui l'atteint.

Mais si le Corps choqué est *en repos & mobile* ; la percussion est proportionnelle, non à tout le mouvement du corps choquant, mais simplement à la portion de mouvement que perd le corps choquant : parce qu'alors le corps choqué, en fuyant devant le corps choquant, se soustrait à la portion de mouvement qui reste au corps par lequel il est déplacé & chassé.

II°. Quand les deux corps qui se choquent, se meuvent dans le même sens & *dans la même direction* : la percussion se fait par la différence des vitesses, multipliée par la masse frappante. Dans ce cas, la percussion est proportionnelle à la quantité de mouvement que perd le corps choquant : parce qu'alors le corps choqué se soustrait au corps choquant, par toute sa vitesse propre, tant avant qu'après le choc.

III°. Quand les deux corps qui se choquent, se meuvent *en des sens diamétralement opposés* : la percussion se fait par les deux sommes opposées de mouvement, & elle est proportionnelle à la quantité de mouvement que perd l'un & l'autre corps : parce qu'alors chaque corps frappe & résiste par tout le mouvement qu'il perd, soit en résistant au corps opposé, soit en partageant le reste de son mouvement avec le corps opposé.

L'expérience & la raison concourent de concert à établir cette théorie sur la communication du mouvement.

IV°. Comme dans le choc des corps il peut se faire, en premier lieu, que le choc se fasse ou contre un corps en repos, ou contre un corps mu dans la direction du corps frappant, ou dans des directions diamétralement opposées ; en second lieu, que le corps frappant soit ou égal au corps frappé, ou plus grand que le corps frappé, ou plus petit que le corps frappé : de-là naissent une foule de règles dont la multiplicité nous a toujours déplu.

Amateurs de la simplicité, nous avons tenté de réduire toutes ces différentes règles, dont on fatigue en pure perte l'attention, à une *Regle unique*; & nous y avons réussi par une marche bien simple, qui consiste à considérer toujours l'un des deux corps qui se heurtent, comme en repos; & à diviser la vitesse commune que doivent avoir les deux corps après le choc, par la somme des deux masses.

La Regle unique que nous allons donner sur la communication du mouvement dans les corps sans ressort, s'adaptera facilement à la communication du mouvement dans les corps à ressort: comme nous l'expliquerons dans le paragraphe suivant.

### REGLE GÉNÉRALE.

324. Si un Corps sans ressort heurte directement un autre Corps sans ressort, en repos & mobile: après le choc, les deux corps se meuvent dans la même direction avec une vitesse commune; & cette vitesse commune après le choc, est à la vitesse primitive du corps frappant, comme la masse du corps frappant est à la somme des deux masses. (Fig. 14 & 17).

EXPLICATION. Cette Regle générale n'est, comme on voit, qu'un simple corollaire des deux théorèmes précédens, par lesquels il consiste que, dans le choc d'un corps en mouvement contre un corps en repos, la vitesse du corps frappant se partage entre les deux masses; & décroît dans la masse frappante, à proportion qu'elle se communique à la masse frappée.

Il est facile de réduire en pratique cette Regle générale en la soumettant au plus simple calcul. Par exemple, soit la masse frappante 6, la vitesse 12, la masse frappée 3. Quelle sera, après le choc, la vitesse commune & inconnue  $x$ ?

Pour trouver cette *Vitesse commune*, que doivent avoir les deux masses après le choc; faites cette proportion: la vitesse inconnue est à la vitesse primitive, comme la masse frappante est à la somme des deux masses: c'est-à-dire,  $x$ . 12 :: 6. 9.

Ainsi, dans ce cas, la vitesse commune, après le choc, sera 8. Car 8. 12 :: 6. 9. (*Math.* 171).

### PROBLÈME GÉNÉRAL.

325. Réduire les deux autres cas de Collision, à la même Regle générale.

SOLUTION I. Si le choc se fait entre deux Corps nus en des sens opposés: la plus petite somme de mouvement est détruite; & détruit dans la plus grande somme de mouvement;

Q iv

une quantité de mouvement égale à elle-même (322).

Donc après le choc, il ne reste de mouvement, que l'excès d'un mouvement sur l'autre. Donc on peut considérer le corps qui a le moindre mouvement, comme en repos; & le corps qui a le plus grand mouvement, comme heurtant l'autre corps par son simple excès de mouvement. Donc ce cas de collision entre dans la Règle générale.

Par exemple, en supposant que le corps A ait une masse 2, & une vitesse 6; & que le corps B ait une masse 3, & une vitesse 8: le corps A aura 12 degrés de mouvement, & le corps B en aura 24.

Otez au corps B, par la pensée, 12 degrés de mouvement qui doivent périr dans le choc opposé: il lui restera 12 degrés de mouvement, qui, divisés par sa masse 3, donneront sa vitesse 4.

Quelle sera donc la *Vitesse commune* aux deux corps, après le choc? Cette proportion la fera trouver: la vitesse inconnue  $x$ , est à la vitesse 4; comme la masse 3, est à la somme des deux masses 5. Ainsi, dans ce cas,  $x.4 :: 3.5$ : la vitesse commune après le choc, est  $2 + \frac{1}{2}$ .

**SOLUTION II.** Si le choc se fait entre deux Corps mus dans la même direction: le mouvement se partage, sans se détruire (322)

Donc, après le choc, il se trouve dans ces deux corps, un mouvement commun, égal à la somme des deux mouvemens isolés. Donc après le choc, il y a dans ces deux corps le même mouvement qu'il y auroit, si l'un des deux corps eût été en repos, & que l'autre l'eût frappé avec la somme des deux mouvemens. Donc on peut considérer le corps frappé comme en repos; & l'autre, comme frappant ce corps en repos avec la double somme des mouvemens isolés. Donc ce cas de collision, rentre encore dans la Règle générale.

Par exemple, en supposant que le corps A ait une masse 2 & une vitesse 6; & qu'il aille heurter le corps B, mu dans la même direction avec une masse 4 & une vitesse 3: les deux sommes de mouvement sont  $12 + 12 = 24$ .

Transportons, par la pensée, ces 24 degrés de mouvement au corps A; & supposons le corps B en repos, au point où se fera le choc. Dans cette hypothèse, les 24 degrés de mouvement du corps A, divisés par sa masse 2, donneront sa vitesse 12. Quelle sera donc la *Vitesse commune* aux deux corps, après le choc? Cette proportion la fera trouver: la vitesse inconnue  $x$ , est à la vitesse 12; comme la masse 2 est à la somme des deux masses 6.

La vitesse commune après le choc, fera 4. Car ayant cherché, par une simple règle de trois, la valeur de l'inconnue  $x$ , on trouvera que  $4.12 :: 2.6$ .

---

## PARAGRAPHE SECOND.

### COMMUNICATION DU MOUVEMENT, DANS LES CORPS A RESSORT.

326. OBSERVATION. QUELLES que soient & la nature & la cause de l'Elasticité (228) : il est certain que ce principe existe ; & ses effets sont indubitables. Les deux phénomènes qui annoncent & qui caractérisent l'Elasticité dans les corps, sont & la Compression & la Réaction réunies. Tout corps élastique se comprime ; & tend, comme de lui-même, à reprendre la figure & l'état qu'il avoit avant la compression.

Il y a donc nécessairement deux forces à considérer & à distinguer dans l'Elasticité des corps : l'une qui opere la compression ; l'autre, qui résiste à la compression, & qui tend à la détruire, quand elle est produite.

La première, qu'on nomme *Force comprimante*, ou *Force de compression*, ou simplement *Action*, est extrinsèque au corps comprimé. C'est le mouvement du corps comprimant, lequel est employé en tout ou en partie, à produire la compression.

La seconde, qu'on nomme *Force de réaction*, ou simplement *Réaction*, est intrinsèque au corps comprimé. C'est comme un ressort intérieur, que tend plus ou moins la force comprimante ; qui résiste persévéramment & de plus en plus à l'action de la force comprimante ; qui détruit par cette résistance, en tout ou en partie, l'action de cette force comprimante ; & qui, après avoir détruit cette force, se déploie & se débande en liberté, dans une direction opposée à l'inflexion & à la tension qu'il a essuyées.

### THÉORÈME FONDAMENTAL.

327. La Force de réaction, est égale & opposée à la Force de compression.

DÉMONSTRATION I. Le Ressort d'un Corps élastique, pourroit être comprimé & tendu plus qu'il ne l'est dans le choc ou dans la pression ; & cependant il cesse enfin de se comprimer & de se tendre. Donc ce ressort résiste à la force comprimante, avec une force égale à cette force compri-

mante. Donc la force de ce ressort, est égale à la force qui le tend & qui le comprime.

L'action de ce Ressort est nécessairement opposée à la Force à laquelle il résiste, par laquelle il est infléchi & comprimé. Donc la force de ce ressort, égale & opposée à la Force comprimante, doit produire en un sens opposé, un effet égal à l'effet de la force comprimante. C. Q. F. D.

**DÉMONSTRATION II.** Soient deux boules d'ivoire, suspendues en l'air l'une à côté de l'autre, auprès d'un plan perpendiculaire & bien poli. Que ces deux boules, égales en masse, & également écartées de leur perpendiculaire, viennent s'entre-choquer en des sens opposés, avec des vitesses égales ! Après le choc elles reculent & rétrogradent l'une & l'autre, avec les mêmes vitesses ; & par conséquent avec les mêmes quantités de mouvement (271), qu'elles avoient avant le choc. Sur quoi je raisonne ainsi. (Fig. 14).

I°. Si ces deux boules n'avoient que le mouvement primitif qui les comprime : après le choc, ce double mouvement, égal & opposé, seroit détruit ; & les deux boules demeureroient en repos : comme il arrive à deux boules d'argille humide, qui se heurtent en des sens opposés, avec des masses & des vitesses égales.

II°. Mais ces deux boules, après le choc, ont un mouvement qui les fait réciproquement rétrograder par leur route primitive, avec la même vitesse qu'elles avoient avant le choc. Donc ces deux boules ont, après le choc, un mouvement égal, mais diamétralement opposé, au mouvement qu'elles avoient avant le choc.

III°. On ne peut assigner d'autre cause à ce mouvement rétrograde, égal & opposé au mouvement primitif, que la réaction ou le ressort des parties comprimées dans le choc, & rétablies après le choc. Donc cette compression occasionne une réaction égale & opposée à l'action.

IV°. Plus la masse & la vitesse de ces deux boules, est grande ; plus leur choc est violent & leur compression considérable : puisque le choc & la compression occasionnée par le choc, suivent nécessairement la proportion de la force motrice qui les opere.

Cependant ces deux boules, quelle que soit leur égale quantité de mouvement, rejaillissent toujours après le choc, avec la même vitesse, & avec la même somme de mouvement, qu'elles avoient avant le choc. Donc la Réaction, toujours égale & opposée à l'Action, augmente & diminue comme la force qui la fait naître, & se trouve toujours égale à la force comprimante. C. Q. F. D.

## T H É O R È M E I I.

328. Plus un Corps élastique résiste à l'action du Corps comprimant : plus sont grandes la Compression qu'il essuie & la Réaction qu'il acquiert.

DÉMONSTRATION. Plus un Corps compressible & élastique résiste ; plus il donne lieu à l'action du Corps comprimant de s'exercer contre lui, selon la mesure & l'étendue de son activité : au lieu que, s'il cede trop facilement & trop promptement, il se soustrait plus ou moins considérablement à l'action de la force comprimante, laquelle action n'est point instantanée, mais successive.

Un Corps peut donc, ou essuyer toute l'action de la force comprimante ; & alors il reçoit une compression proportionnelle & une réaction égale à toute cette force : ou n'essuyer qu'une partie de l'action de la force comprimante ; & alors il reçoit une compression proportionnelle & une réaction égale à la simple portion de la force qui le comprime.  
C. Q. F. D.

329. COROLLAIRE. Quoique la force de réaction, soit toujours égale à la force de compression : il ne s'ensuit pas de-là que la Réaction soit toujours égale à tout le Mouvement primitif du corps frappant.

DÉMONSTRATION. La raison en est, que le Mouvement primitif n'est pas toujours employé tout entier à faire la compression : comme il arrive, lorsque le corps frappé fuyant devant le corps frappant, ou cédant trop facilement à l'impulsion du corps frappant, échappe & se soustrait à une partie de la force & de l'action de ce corps. Ainsi il ne faut point confondre toujours le Mouvement primitif du corps comprimant, avec la Force de compression, laquelle est souvent beaucoup moindre que ce mouvement primitif.

I°. Quand le Corps frappé est immobile ; la Réaction est égale à tout le Mouvement primitif : parce que le corps frappé n'évite alors aucune partie de ce mouvement primitif, qui est employé tout entier à produire la compression. La force comprimante périt toute entière, en produisant la compression ; & une force égale & opposée, la Réaction, lui succede.

II°. Quand deux Corps se heurtent en des sens opposés avec des forces égales ; la Réaction est égale à toute la somme des deux Mouvements primitifs : parce que les deux corps frappent & résistent à la fois par toute la somme de leurs forces motrices ; & que la compression est produite conjointement & par la percussion & par la résistance de l'un & de l'autre corps.



III°. Quand un Corps en mouvement heurte un autre Corps en repos & mobile : la Réaction est égale au mouvement que perdrait le premier & qu'acqueroit le second , s'ils étoient l'un & l'autre sans ressort.

Ainsi , si les deux corps sont égaux ; ou si le corps frappant est plus petit que le corps frappé : la Réaction , partagée également entre les deux corps en des sens opposés , est égale à tout le mouvement primitif , lequel a essuyé assez de résistance , pour être employé & absorbé tout entier à produire la compression.

Mais si le corps frappant est plus grand en masse que le corps frappé : la Réaction , toujours partagée également entre les deux corps en des sens opposés , est moindre que le mouvement primitif , lequel n'a pas essuyé assez de résistance pour s'employer tout entier à produire la compression.

IV°. Quand un Corps heurte un autre Corps mu dans la même direction : la Réaction est égale , non à tout le mouvement primitif , mais au mouvement que perdrait le corps frappant & qu'acqueroit le corps frappé , s'ils étoient l'un & l'autre sans ressort.

Le Corps frappé se soustrait à la percussion , & par-là même à la compression & à la réaction , par toute sa vitesse primitive.

330. REMARQUE. Quoique ce Ressort des Corps élastiques soit au dedans d'eux-mêmes : on peut le considérer comme si c'étoit un ressort extérieur , comprimé & tendu entre les deux corps qui s'entre-choquent.

On conçoit que ce Ressort extérieur , se déployant & se débandant avec une force égale à celle qui l'a comprimé , exerceroit une égale action en des sens opposés , contre les deux corps ; & que les repoussant de part & d'autre avec une force égale , il imprimeroit à l'un & à l'autre la même quantité de mouvement , & par là même , des vitesses qui seroient en raison inverse des masses : puisque les mouvemens étant égaux , si les masses sont inégales , les vitesses sont nécessairement en raison inverse des masses. ( 275 ).

Tel doit être conçu dans ses effets , le Ressort naturel des Corps élastiques , qui se déploie & se débande après le choc. Ce ressort se débande & agit avec une égale force contre un corps d'une livre qui le comprime d'un côté , & contre un corps de deux livres qui le comprime de l'autre. Mais en imprimant une égale somme ou une égale quantité de mouvement à ces deux corps ; il donnera au premier une vitesse deux fois plus grande qu'au dernier : parce que la masse du premier étant deux fois plus petite , est deux fois moins

difficile à transporter ; & qu'une même force motrice qui porte une masse de deux livres à une distance quelconque , doit porter une masse d'une livre à une distance double.

REGLE GÉNÉRALE.

331. Si un Corps élastique va heurter un autre corps élastique ; en repos & mobile : après le choc , le corps frappant aura perdu le double , & le corps frappé aura acquis le double du mouvement qu'ils eussent perdu ou acquis l'un & l'autre , s'ils eussent été sans élasticité. ( Fig. 14 & 17 ).

EXPLICATION. Cette Regle générale est , comme on voit , une suite & une conséquence du théorème fondamental que nous venons de démontrer. La force de réaction est égale & opposée à la force de compression ; & elle réside également , & dans le corps frappant , & dans le corps frappé : puisque la résistance de celui-ci est égale à l'impulsion qu'emploie celui-là pour vaincre cette résistance ; & que de la percussion & de la résistance , naissent la compression & la réaction.

Donc cette réaction doit détruire dans le corps frappant , autant de mouvement qu'en a détruit le choc : donc cette réaction doit donner au corps frappé , autant de mouvement que lui en a donné le simple choc : donc le mouvement perdu par le premier , & acquis par le second , doit être du double plus grand que s'ils eussent été l'un & l'autre sans ressort.

Donc , pour estimer la quantité de mouvement qui doit se trouver dans ces deux corps élastiques , après le choc : il ne s'agit que de les considérer comme s'ils étoient sans ressort (324) , & de doubler à l'un sa perte , & à l'autre son acquisition. Par exemple ,

1°. Si le Corps frappant & le Corps frappé sont égaux en masse : après le choc , le premier reste en repos , & le second s'enfuit avec toute la somme du mouvement primitif. C'est ce qu'on voit arriver tous les jours , quand un habile Joueur de boules darde au loin une boule de bouis , qui va heurter directement une boule égale de même matière.

Le Corps frappant , s'il étoit sans ressort , perdrait la moitié de son mouvement , du mouvement primitif , par le choc (324) : il en perd tout autant par sa réaction , égale & opposée à la portion du mouvement primitif qui a été employée à vaincre la résistance du corps frappé : il doit donc perdre les deux moitiés de son mouvement primitif , ou tout son mouvement primitif.

Le Corps frappé , s'il étoit sans ressort , acquerrait la moi-

tié du mouvement primitif, par sa résistance ou par sa force d'inertie, égale à celle du corps frappant : il en acquiert tout autant par sa réaction, égale & opposée à la résistance qu'il oppose au mouvement primitif : il doit donc avoir, après le choc, un mouvement égal à tout le mouvement primitif.

II<sup>o</sup>. Si la masse frappante est *plus grande* que la masse frappée : le corps frappant perd une quantité de mouvement proportionnelle à la fois & à la résistance du corps frappé & à la réaction que lui occasionne cette résistance.

Par exemple, si un corps élastique de 9 onces, va heurter directement un autre corps élastique d'une once, en repos & mobile : le *Corps frappant* perd un dixième de son mouvement en vertu de la percussion, & un dixième en vertu de sa réaction ; & le *Corps frappé* acquiert un dixième du mouvement primitif en vertu de la percussion, & un dixième en vertu de sa réaction.

III<sup>o</sup>. Si la masse frappante est *plus petite* que la masse frappée : après le choc, le corps frappé a plus de mouvement que n'en avoit le corps frappant.

Par exemple, qu'un Corps élastique A, avec une masse 2 & une vitesse 6, qui donnent 12 degrés de mouvement primitif, aille heurter un autre Corps élastique B, en repos & mobile, dont la masse est 4 ! Après le choc, le corps A rétrograde avec une vitesse comme 2, & le corps B avance avec une vitesse comme 4.

La somme de mouvement du corps B, après le choc, est  $4 \times 4 = 16$  : tandis que la somme de mouvement du corps A, avant le choc, n'étoit que  $2 \times 6 = 12$ .

IV<sup>o</sup>. Il est facile de rendre raison de cette dernière expérience, & dans le corps frappant, & dans le corps frappé, par le moyen des principes que nous avons précédemment établis & démontrés. (327 & 320).

Si le *Corps frappant* A étoit sans ressort : en heurtant le corps B dont la masse est deux fois plus grande, il perdroit 8 degrés de son mouvement en vertu de la percussion : il en perd tout autant en vertu de sa réaction. De 12 degrés de mouvement qu'il avoit avant le choc, ôtez-en 16 reste 4, qui divisés par 2 de masse, donne  $= 2$  de vitesse après le choc, & par conséquent, une *Vitesse rétrograde*.

Si le *Corps frappé* B étoit sans ressort : il recevrait 8 degrés de mouvement en vertu de la percussion : il en reçoit tout autant en vertu de sa réaction. Il aura donc, après le choc, 16 degrés de mouvement : qui divisés par 4 de masse, donneront 4 de vitesse dans la direction du corps frappant.

## PROBLÈME GÉNÉRAL.

332. Réduire les deux autres cas de Collision, à cette Règle générale. (Fig. 14 & 17).

SOLUTION I. Si les deux Corps élastiques se heurtent en des sens opposés : après le choc, la vitesse des deux corps, s'ils étoient sans ressort, seroit l'excès du plus grand mouvement divisé par les deux masses. (325).

Mais ces Corps ont un ressort ; & ce ressort a été tendu par la somme des deux mouvemens détruits dans la percussion : donc après le choc, il faut partager cette force de réaction, égale & contraire au mouvement primitif détruit, entre les deux masses. La moitié de cette somme du mouvement de Réaction, divisée par chacune des masses, donnera la vitesse qu'il faut retrancher au corps qui avoit le plus de mouvement, & qu'il faut ajouter au corps qui avoit le moins de mouvement. (329).

Par exemple, que le corps élastique A de trois livres de masse, avec une vitesse 8 ; & le corps B d'une livre, avec une vitesse 12, s'entrechoquent en des sens opposés. Si ces deux corps étoient sans ressorts ; après le choc ils auroient, pour *Mouvement commun*, l'excès du plus grand mouvement sur le plus petit mouvement : excès égal à 12, qui divisé par la somme des deux masses 4, donneroit à chacun une vitesse commune 3, dans la direction du corps A.

Mais ces deux Corps ont un ressort, lequel a été tendu par 24 degrés de mouvement détruits, & qui produit une réaction égale & opposée au mouvement détruit. Il y aura donc 12 degrés de mouvement à retrancher au corps A, & 12 degrés de mouvement à ajouter au corps B.

Ces 12 degrés de mouvement, divisés par la masse 3 du corps A, donneront 4 degrés de vitesse à retrancher à ce corps : divisés par la masse 1 du corps B, donneront 12 degrés de vitesse à ajouter à ce corps. La vitesse du corps A, après le choc, sera donc  $3 - 4 = -1$  ; & la vitesse du corps B, sera  $3 + 12 = 15$ .

SOLUTION II. Si les deux Corps élastiques se heurtent en se mouvant dans la même direction : il faut considérer d'abord l'un & l'autre corps, comme s'ils étoient sans ressort. On trouvera, par la théorie de la communication du mouvement dans les corps sans ressort (325), la quantité de mouvement que perdroit le corps frappant, & qu'acqueroit le corps frappé.

Mais comme ces deux Corps ont un ressort ; & que ce ressort a été tendu, & par le mouvement que perd le corps

frappant, & par la résistance égale qu'oppose le corps frappé : la Réaction doublera la perte du corps frappant, & l'acquisition du corps frappé.

Par exemple, que le corps A, avec une masse 2 & une vitesse 6, frappe le corps B mu devant lui avec une masse 4 & une vitesse 3 ! Si ces deux Corps étoient sans ressort : après le choc, le corps frappant auroit perdu deux degrés de vitesse, & le corps B en auroit acquis un. (325).

Mais comme ces corps ont un ressort après le choc, le corps A aura perdu 4 degrés de vitesse ; & le corps B en aura acquis deux.

333. REMARQUE. Le détail de cette *théorie du Choc*, peut être facilement établi & démontré par tout autant d'expériences particulières. Mais comme ce détail est de très-peu d'utilité dans la Physique : nous nous abstenons d'en fatiguer inutilement l'attention de nos Lecteurs.

Nous nous bornerons donc ici à observer que la théorie & l'expérience s'accordent ensemble à établir cette Vérité physique : savoir, que s'il y a des circonstances où la quantité du mouvement est la même, avant & après le choc ; il y en a aussi où *la quantité du mouvement est plus grande ou plus petite, après le choc* : comme on peut l'observer dans les exemples que nous avons rapportés.

D'où il s'ensuit que la Règle fondamentale qu'imagina Descartes, savoir, que *la quantité du mouvement dans les corps, reste toujours invariablement la même, avant & après le choc*, est une règle incontestablement fautive.

On ne trouvera nulle part, aussi simplifiées, plus succinctement & plus lumineusement présentées & établies, les *Loix du choc*, soit dans les corps à ressort, soit dans les corps sans ressort : Loix que nous avons vu par-tout, trop embarrassées, trop compliquées ; & dans plusieurs Auteurs, anciens & modernes, assez souvent erronées & fautives, du moins dans leur généralité.

*APPLICATION DE CETTE THÉORIE DES CORPS A  
RESSORT, A DIVERS PHÉNOMENES PHYSIQUES.*

334. PROBLÈME I. *Expliquer, d'après la théorie du Ressort des Corps, le recul des Armes à feu.*

SOLUTION. La *Poudre enflammée*, dans un Canon, par exemple, est comme un ressort qui se débande en tout sens avec violence ; & qui fait effort pour lancer les parties adhérentes du canon, à l'orient & au couchant, au zénith & au nadir, au nord & au midi. Mais comme les parties qui composent le Canon, ont entre elles une adhérence supérieure

à l'action de la poudre enflammée : les efforts égaux & inutiles que fait en tout sens la poudre enflammée contre les parties inséparablement adhérentes du canon, se transportent efficacement, & contre le boulet qui peut avancer, & contre le canon qui peut reculer. Donc l'action immense de la poudre enflammée, considérée comme un Ressort qui se déploie & se débande avec une égale force entre deux résistances inégales, se partageant entre la masse du boulet & la masse du canon, doit imprimer à ces deux corps, tout étant égal d'ailleurs, une égale quantité de mouvement ; & par là même, une vitesse en raison inverse des masses (275) : de sorte que la *Vitesse rétrograde du Canon*, sera à la *Vitesse directe du Boulet* ; comme la masse du boulet est à la masse du canon. (Fig. 34).

I°. Un Canon, dont le boulet est de 24 livres, pese communément en Allemagne, selon Wolf, environ 6400 livres ; pese communément en France, selon Saint-Remi, environ 5100 livres, qui avec l'affût, égaleront à peu près en pesant les canons d'Allemagne.

II°. La *Vitesse d'un boulet qui bat en breche*, avec une très-forte charge de poudre, est d'environ 600 pieds dans la première Seconde. Nous verrons ailleurs comment on peut trouver & déterminer cette vitesse. (391).

III°. Supposons que la *Poudre enflammée* partage également sa force motrice entre les deux masses inégales du canon & du boulet, auxquelles elle imprimera une quantité de mouvement, égale & opposée. Quelle doit être la vitesse opposée du boulet & du canon, après l'inflammation de la poudre ? Pour la trouver, il faut faire cette proportion : la vitesse du boulet doit être à la vitesse du canon ; comme la masse du canon est à la masse du boulet (275) : par conséquent  $600. x :: 6400. 24$ . Par une simple règle de trois, on trouvera que l'inconnue  $x$ , qui exprime la vitesse rétrograde ou le recul du Canon pendant une seconde, est de deux pieds & un quart.

En supposant donc que le Canon soit posé sur un plan parfaitement horizontal : la vitesse rétrograde du canon sera à la vitesse opposée du boulet comme  $2 + \frac{1}{4}$  est à 600 : c'est-à-dire, que le canon reculera avec une vitesse qui lui fera parcourir deux pieds & un quart dans une seconde ; tandis que dans la même seconde, le boulet parcourra un espace de 600 pieds. Mais comme le Canon est communément disposé de telle façon qu'il ne peut reculer sans que son affût, qui doit être d'ailleurs toujours regardé comme faisant partie de sa masse, remonte contre un Plan incliné, & éprouve une grande résistance à son mouvement : cette résistance diminue encore sa vitesse rétrograde. R

Le *Recul du fusil & du pistolet*, dépend de la même cause, & s'explique de la même manière. La force du bras qui les soutient & les dirige, doit être considérée comme faisant partie de leur résistance.

IV°. Plus un Canon ou un Fusil sont pesans; moins ils reculent: parce que plus une masse est grande, moins une force déterminée lui imprime de vitesse. Si le canon ou le fusil étoient tellement fixes, qu'ils ne pussent aucunement reculer; la violence du coup seroit de beaucoup plus grande: parce que l'action de la Poudre enflammée, s'exerceroit toute entière contre la balle ou le boulet; comme l'action d'un Ressort placé entre un Corps mobile & un Corps immobile, passe toute entière, & sans partage, dans le Corps mobile.

V°. Un Canon ou un Fusil plus longs, pourvu que leur longueur ne soit pas immodérée, portent plus loin: parce qu'ils donnent à la poudre, le tems nécessaire pour s'enflammer toute entière, & pour exercer toute son action contre la balle ou le boulet. La balle & le boulet échappent à l'impulsion de la portion de poudre, qui ne s'enflamme qu'après leur éruption.

Si cependant la longueur du canon ou du fusil devient hors de mesure, & s'étend au-delà de ce qu'il faut pour donner lieu à l'inflammation successive de toute la poudre: l'excès de longueur ne sert qu'à occasionner un frottement qui diminue en pure perte, le mouvement de la balle ou du boulet.

335. REMARQUE. Trois causes, que nous ne ferons qu'indiquer ici, concourent à produire le *prodigieux effort de la Poudre*, & contre le canon & contre le boulet: savoir, l'action explosive du Feu, le ressort débandé de l'Air, la force immense de la Vapeur produite par l'inflammation.

Quelques Physiciens, peu éclairés ou peu attentifs, ont voulu attribuer le *Recul des armes à feu*, du canon, par exemple, à une violente secousse de l'air qui se précipite par la bouche contre la culasse, à l'instant que la matière enflammée a fait son éruption. Fausse explication, à toute sorte de titres!

I°. Le Canon, par exemple, commence à reculer, selon Wolf, avant que le boulet soit sorti, & que l'air puisse y entrer: ce n'est donc point la secousse de l'air, qui le fait reculer.

II°. L'Air ne peut se précipiter, avec violence, dans l'intérieur du Canon: qu'autant que le canon seroit comme vuide d'air, à l'instant où se fait l'éruption de la poudre enflammée.

Or il confte par les observations, qu'un grain de poudre enflammée donne un volume d'air, deux cens fois plus grand que ce grain même (653). Donc, loin d'être vuide d'air, à l'instant où se fait l'éruption : le Canon est rempli d'un volume exorbitant de molécules aériennes, qui, en se dégageant & en se débandant avec violence, exercent leur ressort & contre le boulet & contre la culasse du canon.

III°. Quand même le Canon seroit vuide d'air : la petite quantité qu'il peut en contenir, ne seroit pas capable, en s'y précipitant par son simple ressort naturel, de lui imprimer une aussi violente secousse, que celle qui opere son recul.

336. PROBLÈME II. Expliquer, par les mêmes principes, comment & pourquoi une Fusée s'éleve dans l'air, contre sa pesanteur.

SOLUTION. La Fusée doit être considérée comme un Canon fort léger, dont la culasse sans lumière est en haut ; & dont le calibre tout rempli d'une matière successivement inflammable, n'a qu'une petite ouverture, évaluée en entonnoir par le bas, & destinée à donner passage à l'éruption de la matière inflammable, à mesure qu'elle prend feu successivement & comme par couches. La baguette, attachée parallèlement à la fusée, est destinée à faire prendre à la fusée, par sa gravitation vers le centre de la terre, une direction toujours à peu près perpendiculaire à l'horison.

I°. La matière inflammable qui prend feu dans la fusée, non subitement & comme tout à coup, mais successivement & comme par couches, fait la fonction d'un Ressort qui se déploie & se débande avec violence entre deux Résistances : savoir, entre le corps de la fusée, qu'il tend à faire monter contre sa gravité ; & la colonne inférieure d'air contigu, qu'il tend à faire descendre, malgré la pression des colonnes adjacentes qui la soutiennent & qui s'opposent à son déplacement.

Le corps de la fusée, est comme le canon qui recule ; & les molécules aériennes sont comme le boulet qui avance avec une vitesse incomparablement plus grande, en vertu de l'action explosive de la poudre : action qui lutte incessamment & contre le fond de la fusée, & contre la colonne d'air qui aboutit à l'orifice de la fusée.

II°. Quoique la Colonne inférieure d'air contigu, semble d'abord devoir opposer fort peu de résistance à l'éruption de la matière enflammée : cependant, comme la résistance d'un fluide est proportionnelle au carré de la vitesse du



corps qui le frappe & le déplace (302), & que la vitesse de la matière enflammée, qui frappe la colonne d'air, est immense; il s'ensuit que la résistance qu'oppose la colonne d'air, à la matière enflammée qui sort de la fusée, doit être très-grande.

III°. La Fusée, en s'élevant dans l'air, a à vaincre, outre sa pesanteur, la résistance d'une colonne d'air, égale à son diamètre; & cette résistance lutte aussi contre l'action de la force qui l'élève.

Mais la résistance qu'oppose à l'action de la matière enflammée, la colonne d'air supérieure, est comme nulle en comparaison de la résistance que lui oppose la colonne d'air inférieure: parce que la *Colonne supérieure* n'est frappée & déplacée que par la vitesse du corps de la fusée; & que la *Colonne inférieure* est frappée & déplacée par la vitesse incomparablement plus grande de la matière enflammée qui s'échappe de la fusée.

Or, comme les *Résistances d'un même fluide*, sont entre elles, comme les quarrés des vitesses (302); & que la vitesse de la matière enflammée excède immensément la vitesse du corps de la fusée: il s'ensuit que la résistance opposée au corps de la fusée par la colonne supérieure, est comme nulle en comparaison de la résistance opposée à la matière enflammée de la fusée par la colonne d'air inférieure.

La Fusée doit donc monter, au lieu de descendre: tant que dure l'éruption de la matière enflammée, dont la force explosive, arrêtée & répercutée par la résistance de l'air, lutte contre le fond de la fusée avec un effort permanent, opposé & bien supérieur à l'effort de sa gravité.

337. PROBLÈME III. *Expliquer, par la théorie du Ressort des corps, comment & pourquoi un globe élastique A, heurtant une file de globes élastiques, tous égaux à lui, reste en repos après le choc; imprime tout son mouvement au dernier de la file, & laisse en repos tous les globes intermédiaires.* (Fig. 19).

SOLUTION. I°. Le globe élastique A, heurtant le globe élastique B, doit perdre la moitié de son mouvement par le choc, & l'autre moitié par la réaction (331). Il doit donc rester immobile auprès du globe B.

II°. Le globe élastique B, après la compression finie, est animé d'une tendance au mouvement, égale à tout le mouvement qu'a perdu le globe A. En vertu de ce mouvement initial, de ce mouvement arrêté & captivé par la résistance du globe contigu C, il comprime ce globe contigu, & se comprime lui-même. Il perd la moitié de sa force, par la compression; & l'autre moitié, par la réac-

tion. Il doit donc rester immobile & en repos. La même chose arrive aux deux globes suivans C & D.

III°. Le globe élastique E, le dernier de la file, comprimé par la tendance au mouvement qu'a le globe précédent D, reçoit la moitié du mouvement primitif, dans sa compression; & l'autre moitié, par sa réaction. Comme rien ne s'oppose à la tendance qu'il a au mouvement: ce mouvement s'effectue, & l'emporte avec la même vitesse qu'avoit avant le choc, le corps frappant A.

338. REMARQUE. Comme tous ces globes sont contigus & la compression, quoique successive, passe avec une inconcevable rapidité de l'un à l'autre, depuis le premier jusqu'au dernier du rang. Pendant la compression, ces globes s'allongent dans leurs diamètres Bb, Cc, Dd; & s'applatissent dans leurs diamètres rs. La Réaction leur fait reprendre, bientôt après, leur état naturel.

I°. Ces globes ne doivent point être considérés comme faisant un seul tout, à raison de leur contiguité. Car, s'ils ne faisoient qu'un seul tout, il n'y auroit qu'une seule compression & qu'une seule réaction: au lieu qu'il y a ici réellement plusieurs compressions & plusieurs réactions successives, qui se détruisent réciproquement, depuis la première jusqu'à la dernière exclusivement, rétablissent le repos initial dans chacun de ces globes, à l'exclusion du dernier. Dans celui-ci, le mouvement n'étant détruit ni par une compression à faire, ni par une réaction opposée à effuyer; perlevere & s'effectue tout entier.

II°. On conçoit, par cette même théorie, que si deux globes élastiques A & E, égaux en masse & en vitesse, venoient heurter au même instant en des sens opposés, la fuite quelconque de globes B, C, D: ces deux globes A & E, après le choc, rejailliroient avec la même vitesse en A & en E. La raison en est, que, s'ils perdent tout leur mouvement par le choc opposé: ils recouvrent tout leur mouvement par la réaction, égale à la percussion.

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

239. OBJECTION I. Les Regles générales que nous venons de tracer, sur la Communication du mouvement, soit dans les corps sans ressort, soit dans les corps à ressort, vraies dans l'état métaphysique, cessent d'être vraies dans l'état physique des choses. Par exemple, quand un corps élastique va heurter, avec fix degrés de mouvement, un autre corps élastique, égal en masse, en repos & mobile: selon la théorie, le corps frappant devoit imprimer au corps frappé, fix degrés de mouvement; & cependant dans

la pratique, le corps frappé n'en a jamais qu'environ cinq ou cinq & demi. Donc ces Regles générales, admirables dans la théorie, ne servent à rien dans la pratique.

RÉPONSE. Nous avons déjà observé qu'en traçant les *Loix du mouvement*, dans le Choc des corps, nous ferions abstraction de la gravité des corps, de la résistance des milieux, de l'imperfection du ressort dans les corps que nous nommons élastiques, de l'existence d'un très-petit ressort dans quelques corps que nous regardons comme non-élastiques. Toutes ces causes concourent communément à empêcher que, dans la pratique & dans l'état physique des choses, les Regles générales ne répondent, avec une exacte précision, à la théorie.

Il ne s'ensuit pas de-là que ces Loix ou ces Regles générales soient vaines & trompeuses dans la pratique : parce qu'elles approchent si fort de la justesse dans l'état physique des choses, que le défaut de précision parfaite qu'elles peuvent avoir, défaut occasionné par les obstacles dont nous venons de parler, ne nuit en rien à l'estimation exacte des Forces mécaniques. La raison en est, qu'après avoir évalué les Forces motrices dans l'état métaphysique, d'après ces Regles générales, on évalue aussi la résistance des obstacles qui doivent diminuer ces forces dans l'état physique.

Par exemple, on fait par la théorie métaphysique, qu'un corps élastique, heurté avec une force comme 6, devrait avoir, après le choc, une force comme 6. Si on découvre qu'il n'a réellement après le choc qu'une force comme 5 ; on juge que la résistance occasionnée, ou par l'air, ou par la gravité, ou par le défaut d'élasticité, détruit, dans telle espèce de corps, un sixième de la Force primitive. Ainsi, au lieu d'attendre, dans la pratique, un effet comme 6 : on n'attendra plus qu'un effet comme 5 ; & on ne se trompera, ni dans la théorie, ni dans la pratique.

340. OBJECTION II. Selon les *Loix du choc*, que nous avons tracées; un grain de sable, lancé avec un foible mouvement contre un bloc de marbre, devrait mouvoir & déplacer plus ou moins ce bloc de marbre : puisque le mouvement du grain de sable, doit se partager, après le choc, entre le corps frappant & le corps frappé.

RÉPONSE. Nous avons démontré que le Mouvement périt ou peut périr par la résistance (310). Donc la *Force d'inertie*, très-considérable dans un gros bloc de marbre, peut & doit suffire pour rendre nul l'effet de ce petit mouvement.

Donc si ce grain de sable est sans ressort, son mouvement périt purement & simplement ; & si ce grain de sable

est élastique, il se réfléchit avec un mouvement égal & opposé à celui qu'il avoit avant le choc.

341. OBJECTION III. Selon les *Loix du choc dans les corps à ressort* une boule d'ivoire, rencontrant directement une égale boule d'ivoire sur un billard, devoit rester immobile après le choc (331); & cependant l'expérience nous fait voir qu'elle continue encore à se mouvoir après le choc. Donc les Loix que nous donnons sur la communication du mouvement, sont fausses & contraires à l'expérience.

RÉPONSE. Les Loix du choc, que nous avons tracées, n'ont pour objet que le simple *Mouvement d'impulsion directe*, occasionné par l'action ou par la réaction.

La *Boule d'ivoire*, en roulant sur le billard, a deux mouvemens différens : l'un, d'impulsion horizontale, en vertu duquel elle se meut parallèlement au billard; l'autre, de rotation sur son axe, en vertu duquel toutes ses parties circulent autour de cet axe. Le premier mouvement est l'objet de ces loix : le second leur est totalement étranger. (*Fig. 17*).

I°. Le *Mouvement d'impulsion horizontale*, est communiqué tout entier par la boule frappante, à la boule frappée : en telle sorte que si, après le choc, le billard s'évanouissoit; la boule frappante continueroit à rouler sur son axe & sur ses poles, sans avancer horizontalement.

Pour justifier cette théorie par l'expérience : placez une bille à l'extrémité d'une table sans rebords; & lancez horizontalement contre cette bille, avec une vitesse quelconque, une autre bille égale, qui aille la frapper directement. Après le choc, la boule frappée s'enfuit avec tout le mouvement de la boule frappante; & la boule frappante tombe perpendiculairement à terre, en roulant sur son axe & autour de ses poles.

II°. Mais sur un tapis, la boule frappante, après avoir perdu son mouvement d'impulsion directe dans le choc, conserve encore son *Mouvement de rotation sur son axe* : parce que ce mouvement n'a rien qui le détruise.

Et comme ce mouvement de rotation ne peut subsister sur un tapis où le frottement a lieu, sans que le centre de cette bille se meuve en avant : la bille continue, après le choc, à se porter en avant, non en vertu de son mouvement horizontal qui n'est plus, mais en vertu de son mouvement de rotation qui subsiste; jusqu'à ce que la pesanteur de la boule & la résistance du tapis, aient totalement détruit ce mouvement de rotation.



# ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE.

## QUATRIÈME TRAITÉ.

THÉORIE PARTICULIÈRE DU MOUVEMENT COMPOSÉ,  
ACCÉLÉRÉ, RÉFLÉCHI ET RÉFRACTÉ.

**L**E Mouvement composé, rectiligne & curviligne; le Mouvement accéléré & retardé; le Mouvement réfléchi & réfracté: tel va être l'objet des trois Sections suivantes.



### PREMIÈRE SECTION.

LE MOUVEMENT COMPOSÉ, RECTILIGNE ET CURVILIGNE.

342. DÉFINITION I. **L**E Mouvement simple & le Mouvement composé diffèrent entre eux; ou à raison de la cause qui les produit, ou à raison du terme où ils tendent.

I°. On nomme *Mouvement simple*, un mouvement qui n'obéit qu'à une seule force, ou qui ne tend qu'à un seul terme. Tel est le mouvement d'un corps qui, en vertu de sa gravité, tombe par une ligne perpendiculaire à l'horizon: ce mouvement est l'effet d'une seule cause, & tend vers un seul terme.

II°. On nomme *Mouvement composé*, un mouvement qui est produit par l'action conjointe & simultanée de plusieurs causes dont la direction n'est pas la même, ou qui tend à la fois vers différens termes. Tel est le mouvement d'un corps qu'on jette horizontalement par une fenêtre. Ce corps

obéit conjointement & à son impulsion & à sa gravitation ; & il tend à chaque instant , & vers le centre de la Terre , & vers un différent point de l'horison.

III°. Si deux Puissances ont précisément la même direction , comme deux poids C & D , suspendus l'un au-dessus de l'autre à une même ficelle perpendiculaire à l'horison : ces deux puissances sont considérées comme *une seule Puissance* ; & le mouvement qu'elles produisent dans la même direction & vers le même terme , n'est point censé mouvement composé , mais mouvement simple. (Fig. 18).

Pour que le mouvement soit censé *composé* , à raison des causes aux quelles il doit l'existence : il faut que ces causes n'aient point précisément une même direction ; il faut que les directions de ces causes , ou soient diamétralement opposées , ou fassent un angle plus ou moins grand entre elles. (Fig. 21 , 22 , 23).

343. DÉFINITION II. On nomme *Puissance mécanique* , ou simplement *Puissance* , une cause quelconque , animée ou inanimée , qui produit ou tend à produire un mouvement dans un mobile. L'action d'un cheval qui traîne un carrosse , la gravitation d'un poids sur une balance , l'impulsion d'un boulet contre un mur , d'un courant d'eau contre une roue , sont des puissances mécaniques.

I°. Un même effet , un même mouvement , peut être produit par l'action conjointe & simultanée de plusieurs puissances ; & alors ces puissances se nomment *Puissances conspirantes*. Deux puissances sont d'autant plus conspirantes : qu'elles se favorisent davantage dans leur effet commun.

II°. Pour simplifier cette théorie du Mouvement composé , nous supposerons que l'action conjointe & simultanée de deux Puissances sur un Mobile , coïncide & se réunit toujours au centre du Mobile.

Quand les deux Puissances agissent en des sens diamétralement opposés  $A m$  ,  $A n$  : la double direction de leur action ne fait point d'angle au centre du mobile. (Fig. 18).

Mais quand les deux Puissances n'agissent ni dans la même direction , ni dans des directions diamétralement opposées : la double direction de leur action , fait un angle au centre du Mobile ; & cet angle , aigu , droit , ou obtus , se nomme l'*Angle de direction* des deux puissances conspirantes. Par exemple , (Fig. 20 , 21 , 22) :

Si le mobile A est tiré d'une part dans la direction AB ; & de l'autre dans la direction AC : l'angle BAC est l'angle de direction des deux Puissances conspirantes B & C.

III°. Pour simplifier toujours cette même théorie du Mou-

vement composé : nous supposons encore ici que les Puissances conspirantes sont des *Forces constantes* ; c'est-à-dire , qu'elles conservent pendant tout le tems de leur action , la même activité , sans accroissement & sans diminution ; ou que , si elles souffrent quelque augmentation ou quelque diminution de mouvement , ce mouvement croît ou diminue proportionnellement dans l'une & dans l'autre.

IV°. Il s'agit , dans toute cette première Section , d'évanouir l'effet de plusieurs *Forces motrices* , dont l'action conjointe & simultanée produit ou tend à produire le mouvement dans un même corps.

Ce mouvement , effet unique de plusieurs Puissances plus ou moins opposées , plus ou moins conspirantes , peut être ou *en ligne droite* , ou *en ligne courbe*. Nous allons le considérer sous ce double point de vue , dans les trois Paragraphes suivans , dont le second aura pour objet , la décomposition du Mouvement ou des *Forces motrices*.

## PARAGRAPHE PREMIER.

### LE MOUVEMENT COMPOSÉ RECTILIGNE.

**T**OUT Mouvement qui s'effectue en ligne droite , est un *Mouvement rectiligne* : quelle qu'en soit la direction , & quelles que soient les causes physiques auxquelles il doit son existence.

#### PREMIÈRE REGLE FONDAMENTALE.

344. Quand un Corps mobile est tiré en des sens diamétralement opposés par deux Puissances constantes , dont les directions sont une ligne droite au centre du mobile :

I°. Ce corps reste en repos , si les deux puissances sont parfaitement égales.

II°. Si les deux puissances sont inégales : ce corps se meut dans la direction de la plus grande puissance , selon l'excès d'activité qu'a celle-ci sur l'autre. (Fig. 18).

DÉMONSTRATION. Cette première Règle renferme , comme on voit , deux cas différens qu'il faut distinguer ; le cas d'égalité & le cas d'inégalité entre les deux *Forces motrices*.

I°. Si les deux Puissances B & C sont égales : leur action opposée Am , An , se combat & se détruit réciproquement. Donc cette double action , détruite par une égale résistance de part & d'autre , est nulle par rapport au Mobile A.

Donc le Mobile A , qui ne peut se mouvoir par lui-même ,

& qui n'est pas plus sollicité à se mouvoir vers B que vers C, ne se mouvra ni vers B, ni vers C. Donc ce Mobile A, livré à l'action opposée de deux Puissances égales & diamétralement opposées, restera en repos.

II°. Si les deux Puissances B & C sont inégales : le Mobile A, indifférent par lui-même au repos & au mouvement, doit céder nécessairement à la puissance qui l'attire le plus fortement. Mais il ne doit céder à cette puissance plus forte, qu'à raison de l'excès d'activité qu'elle a sur l'autre : parce que la moindre puissance B conserve toute son activité ; & exerce cette activité à détruire dans la puissance prédominante CD, une quantité de force égale à la sienne. Donc dans la plus grande puissance, la partie d'activité opposée à la moindre puissance, est comme nulle par rapport au Mobile A.

Donc le Mobile A ne s'avancera vers la puissance prédominante CD, qu'en vertu de l'excès de force D, qu'a cette puissance sur sa puissance opposée. Donc si les deux Puissances opposées sont entre elles comme 3 est à 2, par exemple : le Mobile ne cédera à la puissance victorieuse, que comme si agissant seule & sans obstacle contre le mobile, sa force étoit précisément égale à 1 ; & ainsi du reste. C.Q.F.D.

SECONDE REGLE FONDAMENTALE.

345. Si un Mobile est tiré par deux Puissances constantes ; dont les directions fassent un angle quelconque dans son centre : ce Mobile, en vertu de sa double impulsion, parcourra la Diagonale d'un parallélogramme construit sur la direction & sur le rapport des deux puissances conspirantes. (Fig. 20, 21, 22).

EXPLICATION. I°. Un Parallélogramme est une figure formée par quatre lignes droites, dont les angles & les côtés opposés sont égaux.

II°. La direction des Puissances est la ligne que chacune séparément tend à faire décrire au Mobile.

III°. Un Parallélogramme construit sur la direction & sur le rapport de deux Puissances, est un parallélogramme dont les côtés, partans du centre du Mobile, concourent avec les directions des deux puissances ; & sont entre eux en longueur, comme les deux puissances sont entre elles en activité.

IV°. La ligne droite AD, menée d'un angle à l'angle opposé, est la Diagonale que doit suivre ou décrire le centre du Mobile, dans son mouvement produit par l'action conjointe & simultanée des deux puissances conspirantes B & C.

DÉMONSTRATION I. Supposons que, dans un tems déterminé, dans une Seconde, par exemple, le Mobile A dût



être porté en B, par la force AB, si elle agissoit seule ; & en C, par la force AC, si elle agissoit seule : & partageons cette Seconde, en quatre petits tems égaux. (Fig. 20).

I°. Si le Mobile A étoit livré à la seule force AB : à la fin du premier tems, il auroit parcouru le quart de la ligne AB, & se trouveroit au point *m* : il auroit atteint la ligne *mv*, parallèle à la ligne AC.

Si le Mobile A étoit livré à la seule force AC : à la fin du premier tems il auroit parcouru le quart de la ligne AC, & se trouveroit au point *r* : il auroit atteint la ligne *rv*, parallèle à la ligne AB.

II°. Comme les directions de ces deux puissances ne sont point diamétralement opposées entre elles ; & que le Mobile peut s'approcher à la fois des deux lignes *mv*, *rv* : à la fin du premier tems, ayant obéi successivement aux deux puissances, le Mobile se trouvera en *v*.

III°. Par la même théorie, pendant les trois tems suivans, le Mobile A, tendant toujours de même à obéir à l'action conjointe & simultanée des deux Forces qui l'animent, se trouvera en *x*, à la fin du second tems ; en *y*, à la fin du troisième tems ; en D, à la fin du quatrième tems, ou au bout d'une Seconde.

IV°. Par la même théorie encore, dans tous les instans intermédiaires de ces quatre petits tems égaux : le Mobile, ou plutôt le centre du Mobile, se trouvera de même successivement dans quelque point correspondant de la ligne AD. Donc ce Mobile, en vertu de l'impulsion des deux forces AB & AC, aura parcouru dans une Seconde, la ligne AD.

Or, la ligne AD est la *Diagonale* d'un parallélogramme construit sur la direction & sur le rapport des deux puissances conspirantes. Donc un Mobile, en vertu de la double impulsion de deux Puissances constantes & conspirantes, parcourt la diagonale d'un parallélogramme construit sur la direction & sur le rapport des deux forces qui le meuvent : C. Q. F. D.

DÉMONSTRATION II. Si deux Marteaux M & N, mus par deux ressorts fixes & d'inégale force, frappent en un même instant, une boule de bois ou d'ivoire, posée sur un plan horizontal : on verra cette boule A parcourir la ligne AD, qui sera la diagonale d'un parallélogramme construit sur la direction & sur le rapport des deux impulsions AB & AC.

Si l'impulsion AC restant la même, on lui associe une impulsion AG, plus foible que AB : la boule A parcourt la ligne AH, qui est la diagonale d'un nouveau parallélo-

gramme construit sur la direction & sur le rapport des deux impulsions  $AC$  &  $AG$ . (Fig. 22).

Donc la théorie & l'expérience démontrent de concert la vérité de la Règle fondamentale que nous venons de tracer sur le Mouvement composé rectiligne. C. Q. F. D.

DIVERS COROLLAIRES SUR CET OBJET.

356. COROLLAIRE I. *La Diagonale d'un parallélogramme construit sur la direction & sur le rapport de deux Puissances conspirantes, exprime & la quantité de leur action & la quantité de leur effet.*

EXPLICATION. I°. La Diagonale exprime la quantité de leur effet : puisqu'elle exprime la vitesse imprimée au Mobile ; laquelle vitesse est comme l'espace parcouru dans un tems déterminé ; & par-là même, comme la longueur de la diagonale que parcourt le Mobile dans un tems déterminé.

II°. La Diagonale exprime la quantité de leur action conjointe sur le Mobile : puisque l'effet est toujours proportionnel à la cause qui le produit ; & que la longueur de la diagonale exprime l'effet commun des deux puissances, ou la vitesse & le mouvement qu'elles impriment conjointement au Mobile.

347. REMARQUE. *La Vitesse du mouvement composé, est moindre que la somme des deux vitesses qui le font naître : puisque la Diagonale  $AD$ , qui exprime la vitesse du mouvement composé, est moindre que les deux côtés  $AB$  &  $AC$ , qui expriment les vitesses des deux forces motrices.*

La raison en est, que les deux vitesses  $AB$  &  $AC$ , que tendent à imprimer au Mobile les deux forces motrices, ont des directions incompatibles, & se résistent plus ou moins l'une à l'autre à raison de cette incompatibilité. Elles doivent donc imprimer moins de vitesse au Mobile, que si elles concouroient simplement à le mouvoir dans la même direction. (Fig. 20, 21, 22).

I°. Plus l'angle de direction est petit ; plus est grand l'effet commun des deux Puissances : parce que leurs directions sont d'autant moins incompatibles & se résistent d'autant moins l'une à l'autre, qu'elles sont moins éloignées de coïncider en une même direction.

II°. Plus l'angle de direction est grand ; plus est petit l'effet commun des deux Puissances : parce que leurs impulsions sont d'autant plus incompatibles & se résistent d'autant plus l'une à l'autre, qu'elles sont plus éloignées de la coïncidence en une même direction.

348. COROLLAIRE II. *Quand les directions de deux Puissances conspirantes, forment un angle droit au centre du Mobile : chacune d'elles s'exerce sur le Mobile, comme si elle étoit libre de la part de l'autre chaque Puissance obtient précisément son effet, sans augmentation & sans diminution.* (Fig. 22).

EXPLICATION. Soit le Mobile A, animé d'une impulsion horizontale, qui tende à le porter en B dans une seconde ; & d'une impulsion verticale, qui tende à le porter en C dans la même seconde.

I°. La Puissance qui agit horizontalement, tend à mener le Mobile, dans une seconde, en B ; ou à faire parcourir à ce Mobile ; dans une seconde, un espace horizontal égal à AB ; & il lui est indifférent que le Mobile arrive, au bout de cette seconde, en B, ou en D, ou en tout autre point de la ligne BD.

II°. La Puissance qui agit verticalement, que nous regardons ici comme constante, tend à mener le Mobile, dans une seconde, à une distance égale à AC ; & cette distance, de haut en bas, se trouve par-tout dans la ligne CD.

Ainsi, quand l'une & l'autre Puissance agissent conjointement sur le Mobile, qu'elles emportent dans la diagonale AD : chacune d'elles a son effet, sans augmentation & sans diminution ; comme si le Mobile étoit libre de la part de l'autre : elles ne s'aident ni ne se nuisent, relativement à leur effet particulier.

349. COROLLAIRE III. *Il n'en est pas de même, quand l'angle de deux Puissances est obtus ou aigu : l'effet de l'une des deux est diminué dans le premier cas, & augmenté dans le second.* (Fig. 21 & 23).

EXPLICATION. I°. Si la Puissance horizontale AB, & la Puissance AC oblique à l'horizon, agissent contre le Mobile A, sous l'Angle obtus BAC : le Mobile parcourt la diagonale AD.

L'effet de la puissance horizontale est diminué de la quantité Bm ; & cette diminution sera d'autant plus grande, que l'angle de direction sera plus obtus.

II°. Si la puissance horizontale AR, & la puissance AT oblique à l'horizon, agissent contre le Mobile A, formant entre elles l'Angle aigu RAT : le Mobile parcourt la diagonale AS.

L'effet de la puissance horizontale est augmenté de la quantité Rm ; & cette augmentation sera d'autant plus grande, que l'angle de direction sera plus aigu. (347).

350. APPLICATION. Il est facile de résoudre, d'après

cette théorie générale du Mouvement composé, une foule de problèmes particuliers, que l'œil ou l'imagination peuvent présenter à l'esprit. Par exemple, (Fig. 31):

I°. Quelle route doit suivre un Bateau A, tiré obliquement contre le courant de l'eau, par deux Puissances conspirantes  $m$  &  $n$ , de l'un & de l'autre côté du rivage?

Le Bateau doit se mouvoir par le milieu de la rivière, si les deux Forces conspirantes qui le tirent, sont égales: puisque cette direction  $AB$  est la diagonale d'une infinité de parallélogrammes, construits à chaque instant sur la direction & sur le rapport des deux forces qui agissent sur le bateau A.

II°. Quelle route doit suivre un Noyau de cerise, échappé d'entre les doigts qui le pressoient obliquement de part & d'autre?

En faisant abstraction de sa gravité, qui lui donne un mouvement accéléré vers le centre de la terre: ce Noyau doit parcourir une ligne qui seroit la diagonale d'un parallélogramme construit sur la direction & sur le rapport des deux forces ou des deux pressions qui le mettent en mouvement.

III°. En supposant qu'un Cavalier qui court à toute bride, se meut d'un mouvement toujours égal sur une ligne droite, tenant un fusil toujours perpendiculaire à l'horizon: où tomberoit la balle élançée du sein du fusil, si la poudre venoit à prendre feu?

Cette balle tomberoit dans la bouche même du fusil  $GPK$ : si ce cas métaphysique pouvoit être réduit exactement en pratique. (Fig. 32).

La raison en est, que la balle  $F$ , en sortant du fusil, a deux mouvemens différens: un mouvement vertical  $Fc$ , occasionné par l'impulsion de la poudre enflammée; & un mouvement horisontal  $Ff$ , qui est le mouvement même du cavalier. D'où il s'ensuit que la balle  $F$ , en vertu du *Mouvement vertical* qui subsiste pendant un certain tems, & du *Mouvement horisontal* qui est constant, doit s'élever & ensuite descendre, en suivant les diagonales  $FE$ ,  $ED$ ,  $DC$ ,  $CB$ ,  $BA$ ,  $AS$ ,  $ST$ ,  $TV$ ,  $VY$ ,  $YZ$ , d'une suite de parallélogrammes construits sur la direction & sur le rapport des deux forces verticale & horisontale, qui l'animent.

Quand la balle sera en  $E$ : le fusil vertical du cavalier sera en  $f$ . Quand la balle sera en  $C$ : le fusil sera en  $G$ . Quand la balle sera en  $A$ : le fusil sera en  $P$ . Quand la balle sera en  $V$ : le fusil sera en  $K$ ; & ainsi du reste.

La balle, arrivée à sa plus grande élévation, a perdu tout son mouvement vertical ascendant; & sa gravité lui donne un autre *Mouvement vertical descendant* qui, se combinant

avec le mouvement horizontal toujours subsistant, la ramene dans la bouche du fusil en Z. La route que suit cette balle, est une Parabole dont nous parlerons ailleurs, mais qui résulte du mouvement composé dont il est ici question. (380).

IV°. On doit faire attention en mille & mille circonstances, à cette *duplicité de Mouvement*, laquelle influe plus ou moins sensiblement dans les résultats qu'on attend d'un Mobile.

Par exemple, un Corps que l'on jette du sein d'une barque ou d'un carrosse, qui se meurent avec rapidité, n'a pas la même direction qu'il auroit, si la barque ou le carrosse étoient en repos : parce que ce corps participe & du mouvement de la main qui le lance, & du mouvement du carrosse ou de la barque d'où il est lancé. Il suit donc la *Diagonale* d'un parallélogramme construit sur la direction & sur le rapport des deux causes qui le mettent en mouvement.

## PARAGRAPHE SECOND.

### DÉCOMPOSITION DU MOUVEMENT, OU DES FORCES MOTRICES.

351. OBSERVATION. **U**N même & unique Mouvement peut être regardé comme composé ; ou à raison de sa cause, qui est ou réellement ou équivalement multiple ; ou à raison de son action, qui se divise & devient comme multiple, ayant son effet dans un sens & dans une direction, & ne l'ayant point dans l'autre.

I°. On fait d'abord, ainsi que nous venons de le faire voir dans le Paragraphe précédent, que deux Forces motrices qui agissent conjointement sur un même Mobile selon différentes directions, produisent moins d'effet ou moins de Mouvement dans ce Mobile, que si elles agissoient dans la même direction : que la *somme des deux Forces isolées*, est comme les deux côtés d'un parallélogramme construit sur leur rapport ; & leur *Action conjointe*, comme la diagonale du même parallélogramme. (347).

II°. Il consiste ensuite par l'Expérience, qu'une même Force motrice, qui agit directement & perpendiculairement contre un Mobile, lui imprime une plus grande impulsion, que quand elle agit obliquement contre ce même Mobile.

Par exemple, un boulet de canon, qui frappe perpendiculairement un mur, produit un plus grand effet, que quand il le frappe obliquement. Dans le premier cas, toute sa force

force s'exerce contre le mur : dans le second , une partie de la force est sans action & sans effet , contre le mur.

III°. Il s'agit , dans ce second Paragraphe , d'évaluer & l'Action conjointe de deux Forces sur un même Mobile ; & l'Action oblique d'une même Force contre une Résistance ; & c'est ce que nous allons faire , dans les deux problèmes suivans.

P R O B L È M E I,

252. Etant donné , la vitesse imprimée à un mobile par l'action conjointe de deux puissances , & l'angle que la direction de chaque puissance fait sur la direction du mobile : déterminer , & la somme commune des deux Forces motrices ; & la somme isolée de chaque Force motrice. (Fig. 20 , 21 , 22).

EXPLICATION. I°. D'un point quelconque A , tirez une ligne indéfinie AB , & une autre ligne indéfinie AC , qui fassent entre elles un angle égal à la somme des deux angles donnés.

II°. Sur cet angle total BAC , prenez une partie BAD , égale à l'angle que fait la direction de la puissance AB sur la direction du mobile ; & tirez la ligne indéfinie AD. L'angle total BAC aura été divisé en deux angles qui seront respectivement égaux aux deux angles donnés , ou aux deux angles formés par la direction du Mobile & par la direction des deux Forces qui le meuvent.

III°. Supposons maintenant que la vitesse imprimée au Mobile , par l'action conjointe des deux Forces conspirantes , qui est la vitesse donnée , soit comme 30.

Sur une ligne divisée exactement en parties égales , prenez avec le compas une longueur de trente parties ; & du point A , portez cette ouverture de compas sur la ligne indéfinie AD. Une extrémité du compas étant posée en A , l'autre extrémité tombera sur un point D ; & la ligne AD sera égale à trente parties. (Math. 411).

IV°. De ce point D , tirez une ligne DB , parallèle à la ligne AC ; & une autre ligne DC , parallèle à la ligne AB. Vous aurez un Parallélogramme ABCD , dont AD sera la Diagonale. Après ces préparatifs , il est facile de résoudre les deux parties du problème.

SOLUTION I. On fait que la vitesse du Mouvement composé , est à la somme des deux vitesses qui la font naître : comme la diagonale est à la somme des deux côtés. (345).

Prenez donc avec le compas , la longueur du côté AB ; & portez cette longueur sur la même ligne des parties égales où vous avez pris la longueur de la diagonale AD :

faites la même chose pour le côté A C. Vous aurez en parties connues, la longueur des deux côtés AB & A C : vous aurez par-là même, les deux forces motrices A B & A C, exprimées par la longueur de ces côtés.

Par exemple, la diagonale étant supposée de trente parties égales; supposons que le côté A B soit de 25, & le côté A C de 18 : la somme des deux vitesses motrices sera  $25 + 18 = 43$ .

Dans ce cas, le Mobile n'ayant que 30 degrés de vitesse : il y aura 13 degrés de vitesse ou de force, détruits par l'incompatibilité des deux directions.

SOLUTION II. Comme les deux côtés AB & A C expriment les deux vitesses qu'imprimeroient au Mobile les deux forces motrices, si elles agissoient sur lui séparément : ces deux côtés connus font connoître & ces deux forces & leur rapport ; & par-là même, la valeur isolée de chacune.

Dans l'exemple que nous venons de citer, la force AB est à la force A C, comme 25 est à 18 ; & les deux forces sont décomposées. Telle est la solution du fameux Problème de la décomposition des Forces conjointes.

353. REMARQUE. Si deux Forces motrices AB & A C, avec une somme de mouvement comme 43, produisent dans le Mobile A un mouvement ou une tendance au mouvement comme 30 : une Force unique comme 30, qui agiroit directement contre le Mobile dans la direction D A, le tiendrait en repos, & feroit équilibre avec les deux Puissances AB & A C.

La raison en est que la Force directe D A égale à 30, auroit autant d'action contre le Mobile A : qu'en ont les deux Forces conspirantes AB & A C, dont l'action est en partie détruite par l'incompatibilité de leurs directions.

#### PROBLÈME II.

354. Estimer l'action d'une Force qui agit obliquement, ou décomposer une Force oblique. (Fig. 22).

SOLUTION. Supposons que le Mobile A, en vertu de l'impulsion des deux marteaux M & N, se meuve avec 20 degrés de vitesse contre C D, que nous regarderons comme un Plan solide.

1<sup>o</sup>. Il est évident que le Mobile A ne tend point à frapper le plan C D, en vertu de l'impulsion AB que lui imprime le marteau M ; puisque cette impulsion AB ne lance point le Mobile contre le plan C D.

Donc la partie de la force motrice que le Mobile A reçoit du marteau M, est nulle relativement au plan C D.

II°. Il est évident que le Mobile A, en vertu de l'impulsion A C, qu'il reçoit du marteau N, tend à heurter le plan C D. Donc la partie de la force motrice que le Mobile A reçoit du marteau N, a seule son action contre le plan C D.

III°. La Force *entiere* du Mobile A, produite par les deux Forces conspirantes A B & A C, doit donc être considérée, relativement au plan, qu'elle frappe, comme si elle étoit divisée & décomposée en deux forces A B & A C; l'une parallèle au plan, l'autre perpendiculaire au plan. La première A B n'a point d'action contre le plan: la seconde A C exerce seule son action contre le plan.

IV°. Il résulte de-là, que pour décomposer une Force *oblique*, il ne s'agit que de concevoir en-deçà du point D où le Mobile doit frapper le plan, un rectangle quelconque, dont la direction du mobile soit la diagonale, & dont le plan soit un côté.

Dans la force totale du Mobile, quelles que soient sa vitesse & sa masse: la partie qui frappe, est à la partie qui ne frappe point; comme le côté A C, perpendiculaire au plan frappé, est au côté A B parallèle au même plan.

Par exemple, si le côté perpendiculaire est égal au côté parallèle: la force motrice du mobile doit être divisée en deux parties égales, dont une seule frappe le plan. Si le côté perpendiculaire A C est deux fois plus petit que le côté parallèle A B: la force motrice du mobile doit être divisée en trois parties, dont une seule frappe le plan; & ainsi du reste.

V°. Il est évident que si la Force *oblique* A D, au lieu de naître de deux impulsions, naissoit de deux Attractions A B & A C, la même décomposition auroit lieu; & que, dans la Force totale A D, la partie qui attire en C, est à la partie qui attire en B; comme le côté A C est au côté A B.

355. REMARQUE. Il est indifférent pour la percussion, que la Force *motrice* du Mobile, soit produite par une seule force ou par plusieurs forces conspirantes. Cette force motrice du mobile qui va frapper un plan, est toujours la même en sa nature: quelles qu'en soient la source & la cause. Considérée par rapport au terme où elle va produire son effet, elle doit être divisée & décomposée de même en deux actions distinctes, l'une parallèle & l'autre perpendiculaire au plan. (Fig. 24).

Une Force *oblique* A B peut être envisagée comme formée d'une infinité de petits pas; les uns parallèles, les



autres perpendiculaires au plan G H. Cette Force oblique, divisée en pas parallèles & en pas perpendiculaires au plan, fera une force décomposée en ses deux actions *agn*, dont l'une est nulle & l'autre est efficace par rapport au plan.

356. COROLLAIRE. La Force impulsive d'un Corps contre un Plan, est la plus grande qu'elle puisse être, quand elle frappe perpendiculairement ce plan; & quand elle prend différens degrés d'obliquité, elle décroît comme les Sinus des angles d'incidence. (Fig. 30).

EXPLICATION. I°. La Force impulsive d'un corps P, lutte toute entière contre le plan G H; quand elle frappe perpendiculairement ce plan: dans ce cas, son action ne se décompose point en deux parties dont l'une soit sans effet.

Cette action totale, & totalement active contre le plan, est représentée par le rayon P B, qui est le Sinus de l'angle droit. (Math. 634).

II°. Quand cette même Force impulsive devient oblique par rapport au plan: son action totale A B, se décompose en deux parties; l'une A D, parallèle au plan & sans effet; l'autre A M, perpendiculaire au plan, & seule active.

Dans ce cas l'action totale du Mobile, étant représentée par A B — P B: la partie impulsive de cette action totale sera représentée par la perpendiculaire A M, qui est le Sinus de l'angle d'incidence A B G.

III°. Si cette même Force impulsive prend encore plus d'obliquité; ensorte qu'elle agisse dans la direction S B: elle se décompose encore en deux actions; l'une S T, parallèle au plan & nulle dans la percussion; l'autre S V, perpendiculaire au plan & seule active dans la percussion.

Dans ce cas, la partie impulsive de la Force totale, est comme la perpendiculaire S V qui est les Sinus de l'angle d'incidence S B H; & ainsi du reste.

Donc la Force impulsive d'un corps, en devenant oblique au plan qu'elle frappe, décroît comme les Sinus des angles d'incidence.

357. REMARQUE. Si un mobile P, au lieu de frapper un Plan, frappe un corps à surface courbe, par exemple, un globe B X: la direction P B du corps frappant, est perpendiculaire au corps frappé, quand elle tend à passer par le centre X du corps frappé. Dans ce cas, la Force impulsive ne se décompose point: elle lutte toute entière contre le globe B.

Mais quand la direction A B ou S B du corps frappant, tend à passer hors du centre du globe: alors elle est oblique; & cette obliquité se mesure par les angles A B G ou

S B H, que fait la direction du corps frappant sur la tangente G H menée au point de contact. Dans ce cas, la *Force impulsive* du corps frappant, se décompose en deux parties, dont l'une est nulle & l'autre active dans la percussion: comme si le point de contact étoit un plan G H.

On voit par-là, que la théorie que nous venons de donner dans le Problème & dans le Corollaire précédens, est la même pour un Corps à surface plane & pour un Corps à surface courbe.

### PARAGRAPHÉ TROISIÈME.

#### LE MOUVEMENT COMPOSÉ CURVILIGNE.

358. OBSERVATION. **T**OUT Mouvement composé n'est pas curviligne: puisqu'il y a un mouvement composé en ligne droite, celui dont nous venons de donner la théorie.

Mais tout *Mouvement curviligne est nécessairement composé*: puisque tout mouvement tend naturellement à s'effectuer en ligne droite (308); & qu'il ne peut s'effectuer en ligne courbe, que par l'influence de deux Causes conjointes & simultanées, dont l'une le porte à chaque instant à la ligne droite, & l'autre l'écarte à chaque instant de la ligne droite.

Parmi les deux Forces qui meuvent un Mobile en ligne courbe: l'une tend sans cesse à éloigner le mobile du centre de son mouvement; l'autre tend sans cesse à attirer le mobile vers le centre de son mouvement. C'est la combinaison de ces deux Forces motrices, qui détermine la nature de la Courbe que décrit le Mobile.

DÉFINITION I. On nomme *Centre du mouvement*, le point commun vers lequel une force tend à précipiter le mobile, & loin duquel l'autre force tend à emporter le même mobile.

Dans le *Mouvement circulaire*, le centre de mouvement est le centre même du cercle.

Dans le *Mouvement elliptique*, le centre de mouvement est un des foyers F de l'ellipse: espèce de cercle dont le centre C s'est indéfiniment écarté en F & en G, allongeant un côté & applatissant l'autre côté de la courbe. (Fig. 28).

360. DÉFINITION II. Il y a trois Forces à considérer dans le mouvement curviligne; une force centripète, une

force projectile, une force centrifuge. (Fig. 29).

I°. On nomme *Force centripete*, la force qui tend à rapprocher le Mobile du centre du mouvement. La force  $ac$ , qui tend à faire descendre le mobile par le rayon vers le centre  $C$ , est la force centripete de ce mobile.

II°. On nomme *Force projectile*, ou *Force tangentielle*, la force qui tend à emporter le Mobile par la tangente à sa courbe. La force  $ab$  est la force projectile de ce mobile.

III°. Le Mobile ne peut s'enfuir par la tangente à sa courbe, sans s'éloigner du centre de son mouvement: la force projectile lui donne donc nécessairement une *Force centrifuge*, ou une force en vertu de laquelle il tend sans cesse à s'éloigner du centre  $C$  de son mouvement.

Cette Force centrifuge, née de la force projectile, est toujours moindre que la force projectile: puisque  $bd$ , qui exprime la force centrifuge, est nécessairement moindre que  $ab$ , qui exprime la force projectile.

IV°. La *Force centrifuge* est toujours égale à la *Force centripete*, dans un cercle. Par exemple,  $bd = ac$ .

Il n'en est pas de même dans l'ellipse, où ces deux Forces souffrent des changemens continuels, l'une se trouvant tour à tour tantôt aussi grande, tantôt plus grande, tantôt moins grande que l'autre: comme nous l'expliquerons ailleurs.

#### PROPOSITION I.

361. Un Mobile qui se meut en ligne circulaire, décrit successivement une infinité de petites Diagonales, occasionnées par l'action toujours uniforme d'une Force projectile & d'une Force centripete qui le meuvent. (Fig. 29).

DÉMONSTRATION. I°. Un Mobile qui se meut en ligne circulaire, obéit nécessairement à plus d'une Force: puisque, s'il n'obéissoit qu'à une seule force, il se mouvroit en ligne droite, & non en ligne courbe. (308).

Par exemple, si le Mobile  $a$  n'obéissoit qu'à la force  $ab$ : il se mouvroit persévérablement dans la direction  $ab$ , par la tangente.

Si le même Mobile n'obéissoit qu'à la force  $ac$ : il se mouvroit persévérablement dans la direction  $ac$ , par le rayon.

Ces deux Forces combinées sont nécessaires & sont suffisantes pour produire le *Mouvement circulaire* du Mobile: comme nous allons le faire voir. Donc il n'y a ni plus, ni moins que ces deux causes, dans le mouvement circulaire du mobile.

II°. Un Mobile qui se meut en ligne circulaire, est tou-

jours également éloigné du centre de son mouvement : donc les deux forces qui tendent conjointement, & à l'approcher & à l'éloigner du centre C de son mouvement, restent toujours dans le même rapport entre elles, sans augmentation & sans diminution.

Donc les directions de ces deux forces sont toujours entre elles un *Angle droit* : puisque si elles faisoient un angle obtus ou un angle aigu, elles ne conserveroient pas leur même rapport. (348 & 349).

III°. Un Mobile qui se meut en ligne circulaire, doit donc être considéré dans un point quelconque *a* de sa courbe, comme livré à deux forces *ab*, *ac*, dont les directions par la tangente & par le rayon, sont toujours un angle droit au centre du mobile.

Donc, par la théorie du Mouvement composé rectiligne, le Mobile *a*, obéissant à l'action des deux forces conspirantes *ab* & *ac*, doit dans un tems infiniment petit, décrire la diagonale *ad* d'un infiniment petit parallélogramme rectangle, construit sur la direction & sur le rapport des deux forces conspirantes. Donc le mobile, à la fin de ce tems très-petit, ne se trouvera ni en *b*, ni en *c*, mais en *d*.

IV°. Le Mobile, arrivé en *d*, est encore livré à deux forces *dx*, *de*, respectivement égales aux deux précédentes : il parcourra donc encore, dans un tems infiniment petit, la diagonale *dn*. Dans les tems suivans, le mobile parcourra de même, & par le même mécanisme, les diagonales *nm*, *mr*; & ainsi de suite dans la circonférence entière du cercle.

Donc un Mobile livré à l'action toujours uniforme d'une Force projectile & d'une Force centripète, doit décrire, dans une infinité d'instans infiniment petits, une infinité de petites diagonales, dont la somme fera la courbe circulaire. C. Q. F. D.

### PROPOSITION II.

362. Un Mobile qui se meut en ligne elliptique, décrit une infinité de petites Diagonales, occasionnées par l'action alternativement croissante & décroissante d'une Force projectile & d'une Force centripète qui le meuvent. (Fig. 28).

EXPLICATION. Sans entrer ici dans aucun détail & sur la nature de l'ellipse & sur la cause physique du mouvement elliptique; objets dont on pourra prendre une suffisante idée & dans notre Géométrie & dans notre Théorie du Ciel: nous supposons que la figure 28 représente une Ellipse; & que le Corps mu dans cette courbe, a

toujours pour centre de mouvement, pendant toute sa révolution, le point  $F$ , qui est un des Foyers de l'ellipse. (*Math.* 749 & 757).

1°. Dans cette Courbe, ainsi que dans la précédente, le Mobile obéit nécessairement à deux Forces conspirantes qui le sollicitent conjointement à se mouvoir, l'une par le rayon de la courbe, l'autre par la tangente à la courbe. Le Mobile, par la théorie du Mouvement composé rectiligne, doit donc, dans chaque tems infiniment petit, décrire les diagonales de tout autant d'infiniment petits parallélogrammes construits sur la direction & sur le rapport des deux forces qui le meuvent.

Le Mobile, dans une infinité d'instans infiniment petits, parcourra donc une infinité de petites diagonales  $ad, dn, nr, rs, st, tv, vx, xy, yz, z1, 1k, ko, og, ga$ , dont la somme sera la Courbe elliptique.

II°. Si les angles que font au centre du Mobile, la direction de la Force projectile & la direction de la Force centripète, étoient toujours des angles droits, comme dans le cercle; le Mobile ne s'approcheroit & ne s'éloigneroit jamais du centre  $F$  de son mouvement: parce que ces deux forces n'étant jamais ni plus ni moins conspirantes dans leurs directions à angles droits, elles conserveroient toujours précisément chacune leur même quantité d'action, sans augmentation & sans diminution (348); & imprimeroient incessamment au Mobile la même quantité de mouvement centripète & de mouvement centrifuge, lesquels étant persévérément égaux & opposés retiendroient toujours le mobile à la même distance du centre  $F$  de son mouvement.

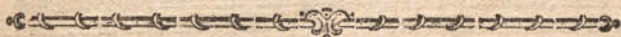
Mais si les directions des deux Forces qui meuvent le Mobile, font entre elles tantôt des angles droits, tantôt des angles obtus, tantôt des angles aigus: l'action conjointe de ces deux Forces, qui agissent toujours par la tangente & par le rayon, doit varier avec ces angles. Le mouvement du mobile devient plus grand, quand l'angle des deux puissances conspirantes devient plus petit: le mouvement du mobile devient moins grand, quand l'angle des deux puissances conspirantes devient plus grand. (349).

Or dans un mouvement elliptique, la direction de la Force projectile & la direction de la Force centripète, font des angles qui varient sans cesse: l'angle  $b a F$  est droit; l'angle  $e d F$  est obtus; tous les angles suivans deviennent de plus en plus obtus, jusqu'à l'angle  $p x q$ , qui est encore droit: tous les angles suivans font de plus en plus aigus, jusqu'à ce que le mobile, après une révolution entière,

arrive de nouveau au point *a*, où l'angle droit recommence comme auparavant.

Donc le mouvement d'un Mobile qui décrit une courbe elliptique, doit tantôt augmenter, tantôt diminuer. Donc un Mobile qui se meut en ligne elliptique, décrit une infinité de petites diagonales, occasionnées par l'action alternativement croissante & décroissante d'une Force projectile & d'une force centripete, qui le sollicitent sans cesse à se mouvoir l'une par la tangente, l'autre par le rayon.

III<sup>o</sup>. Cette théorie du Mouvement elliptique, présente ici & à l'œil & à l'esprit, comme on voit, une image ébauchée du Mouvement qui emporte les planetes & les cometes autour du soleil, centre commun de leurs révolutions elliptiques. (771).



## SECONDE SECTION.

### LE MOUVEMENT ACCÉLÉRÉ ET RETARDÉ.

LA théorie du Mouvement accéléré & retardé, l'application de cette théorie à la Balistique: tel est le double objet de cette seconde Section.

### PARAGRAPHE PREMIER.

#### LOIX DE L'ACCÉLÉRATION DES GRAVES.

363. OBSERVATION I. IL n'y a rien de plus certain & de plus digne d'attention dans toute la Physique, que le phénomène du Mouvement accéléré des graves.

1<sup>o</sup>. Les *Graves*, ou les Corps pesans, en tombant librement vers leurs centres, parcourent plus d'espace au second tems qu'au premier, au troisieme qu'au second: ce qui ne peut avoir lieu, sans que leur vitesse croisse & s'accelere selon quelque proportion qu'il faut déterminer.

Par exemple, une balle qui me tombe sur la tête, de la hauteur d'un pouce, ne me fait point de mal: si elle me tombe sur la tête d'une hauteur de 30 ou 40 pouces, elle me cause une contusion douloureuse. La masse de la balle est la même dans l'un & dans l'autre cas: cependant la Force motrice de la balle est beaucoup plus grande dans le second que dans le premier: donc il faut que dans le second cas, la vitesse de la balle soit de beaucoup plus

grande, que dans le premier (272). Donc il faut que la balle ait accéléré sa vitesse, pendant les différens tems de sa chute. Mais selon quelle proportion se fait cette augmentation de vitesse ?

II°. Avant Galilée, la plupart des Philosophes pensoient, sans trop savoir pourquoi, que la vitesse des Graves, dans leur chute libre, s'accéléroit selon la progression croissante des *Nombres naturels* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, & ainsi de suite : en telle sorte que si un Corps, en tombant librement pendant plusieurs tems égaux, parcourroit une toise dans le premier tems ; il devoit parcourir deux toises dans le second, trois toises dans le troisieme, quatre toises dans le quatrieme ; & ainsi du reste.

III°. Galilée, après avoir examiné & approfondi cette matiere, démontra que la *vitesse des Graves s'accélere*, non selon la progression croissante des *Nombres naturels*, mais selon la progression croissante des *Nombres impairs* 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, & ainsi de suite : en telle sorte que si un corps, qui tombe librement pendant plusieurs tems égaux, parcourt une toise dans le premier tems de sa chute ; il doit parcourir trois toises dans le second, cinq toises dans le troisieme, sept toises dans le quatrieme, neuf toises dans le cinquieme, onze toises dans le sixieme, & ainsi de suite.

La *théorie de Galilée*, sur l'accélération des Graves, est une des plus belles productions de l'esprit humain : nous allons l'exposer & la mettre en usage dans toute cette Section.

364. OBSERVATION II. Nous ferons voir ailleurs que la *Pesanteur des Corps* a pour cause unique, la Loi générale de gravitation ou d'attraction, en vertu de laquelle tous les corps tendent vers certains centres communs. (808).

Mais quelles que soient & la nature & la cause de la *Pesanteur* : il est certain, & qu'elle existe, & qu'elle agit persévérément dans les Graves. La théorie de son action est donc indépendante de la théorie de sa nature & de sa cause ; & il n'est ici question que de son action, qu'il s'agit d'évaluer dans ses progrès.

I°. Il consiste par les Observations (248), que la *Pesanteur dans nos contrées, fait parcourir aux graves, dans la première Seconde de leur chute libre, environ 15 pieds de France* : qui font environ 16 pieds d'Angleterre, ou une Perche Angloise.

II°. Il consiste encore par les Observations (254), que la *Pesanteur augmente, à mesure que le Grave qui en est animé, s'approche du centre de la Terre ; & que cette Puissance variable croit & décroît dans un même Grave, placé à différentes*

distances du centre de la Terre, en raison inverse du carré de ces distances. (805).

III°. Il consiste enfin par les Observations, que la Pesanteur est sensiblement la même dans un Grave placé à quelques centaines de pieds plus près ou plus loin du centre de la Terre. Par exemple, (Fig. 13):

Si un corps D, avec sa ficelle CD, fait précisément équilibre en C avec la balance opposée: ce même corps, deux ou trois cens pieds plus bas en D, fera encore précisément équilibre avec cette balance. La raison en est, que la Gravité des corps terrestres, croît & décroît en raison inverse des carrés de leurs distances au centre de la Terre; & que, si l'on compare le carré du simple rayon terrestre, avec le carré du même rayon augmenté ou diminué de cent toises, par exemple; on trouvera que leurs différences sont comme infiniment petites: comme on le peut voir par le calcul, si on veut se donner la peine de faire cette analogie: la pesanteur d'un corps en C, est à la pesanteur du même corps en D; comme le carré du rayon terrestre aboutissant au point D, est au carré du même rayon terrestre aboutissant au point C.

La distance CD étant supposée de 100 toises; la différence des deux carrés, & par là même des deux pesanteurs, ne sera que d'environ un quatre-vingt-dix millième: quantité comme infiniment petite, & nécessairement insensible.

IV°. Ainsi, quoique la Gravité ou Pesanteur des corps soit une Puissance réellement variable, quand elle agit dans des distances du centre de la Terre, notablement différentes: on peut & on doit la considérer, avec Galilée, comme une Puissance sensiblement constante & uniforme, dans les différentes élévations où nous pouvons observer la chute des graves près de la surface de la Terre.

Nous ferons voir ailleurs que si un Corps a sensiblement plus de pesanteur sous les poles que sous l'équateur; ce corps sous les poles est plus près du centre de la Terre, au moins de six ou sept lieues: quantité notable, qui doit mettre une différence sensible, & entre les Carrés des distances, & entre les Pesanteurs qui en sont une dépendance. (255 & 492).

#### PREMIERE PROPOSITION FONDAMENTALE.

365. Quelles que soient & la nature & la cause de la Gravité: on doit la regarder comme une Force toujours inhérente ou toujours appliquée au Mobile; laquelle, par des impulsions toujours nouvelles & toujours égales, le sollicite persévéramment à s'ap-



*procher du centre de son mouvement , avec une vitesse incessamment croissante.*

DÉMONSTRATION. 1°. Si la Gravité étoit une force extrinsèque au Mobile ; une force qui , après lui avoir imprimé son impulsion , cessât d'agir sur lui : le Mobile , en vertu de l'impulsion reçue , se mouvroit d'un mouvement uniforme , sans augmenter sa vitesse. Car , comment & pourquoi l'augmenteroit-il : s'il n'y a point de cause qui agisse de nouveau sur lui ?

Mais il conste par l'expérience , que le Mobile augmente à chaque instant sa vitesse. Donc la gravité n'est point une cause extrinsèque au mobile , laquelle , après lui avoir imprimé son impulsion , cesse d'agir sur lui. Donc la gravité doit être considérée comme une Cause toujours attachée & toujours inhérente au Mobile : laquelle , par des *impulsions non-interrompues* , lui imprime à chaque instant une vitesse nouvelle un nouveau degré de tendance vers le centre de son mouvement.

II°. Comme la gravité est une force ou réellement ou équivalement *intrinsèque & inhérente au Mobile* : quelle que soit la vitesse du Mobile , elle a également prise sur lui. Donc quelle que soit la vitesse du Mobile , dans la direction ou contre la direction de sa gravité , la gravité agit de même sur lui , & exerce également contre lui ses impulsions sans cesse répétées.

III°. Quoique nous ne puissions pas évaluer le *Nombre des impulsions* , qu'exerce la gravité contre le Mobile , pendant le premier tems déterminé de sa chute , par exemple , pendant la *première Seconde* : cependant nous pouvons juger avec assurance , que cette cause constante & invariable en elle-même , intrinsèque & inhérente au Mobile , exercera contre le Mobile , pendant le second tems de sa chute , le même nombre d'impulsions , que dans le premier tems. On peut dire la même chose du troisième tems , du quatrième , du cinquième , & ainsi de suite.

Donc le Mobile , dans chaque tems déterminé de sa chute , par exemple , dans chaque Seconde , doit recevoir , de l'*action permanente de la Gravité* , une augmentation de mouvement égale au mouvement acquis pendant la première Seconde. Donc , si la seule gravité a fait parcourir au Mobile , 15 pieds pendant la première Seconde : la seule gravité , abstraction faite de toute autre cause , doit faire parcourir au même Mobile , 15 pieds de plus pendant chaque Seconde suivante. Donc le Mobile doit s'avancer vers le centre de son mouvement avec une vitesse toujours croissante.

fante : pendant tout le tems d'une chute libre où rien ne lui résiste, par exemple dans un Vuide parfait. C. Q. F. D.

SECONDE PROPOSITION FONDAMENTALE.

366. *Les Graves, dans leur chute libre, accélèrent leur mouvement selon la progression croissante des Nombres impairs.* (Fig. 27).

DÉMONSTRATION TIRÉE DE L'EXPÉRIENCE.

PRÉPARATION. Soit un assez long *Fil de métal ABCD*, tendu dans une direction oblique à l'horison ; & le long duquel un Mobile M tende par sa gravité, à se mouvoir en roulant sur sa petite poulie. Soit aussi un Pendule P adapté à cette expérience : en telle sorte que le fil X, qui arrête le Mobile prêt à commencer sa chute, arrête aussi le Pendule prêt à commencer sa vibration ; & que le fil étant coupé en X, le Pendule commence sa vibration, & le Mobile sa chute, au même instant.

DÉMONSTRATION. Il s'agit d'observer exactement le point du *Fil du métal*, où se trouvera le Mobile M, à la fin de chaque vibration égale & isochrone.

I°. On observera qu'à la fin de la premiere vibration ; le Mobile M aura parcouru un espace comme 1, & se trouvera en A : qu'à la fin de la deuxieme vibration, le Mobile aura parcouru un nouvel espace trois fois plus grand que le premier, & se trouvera en B : qu'à la fin de la troisieme vibration, le Mobile aura parcouru un nouvel espace cinq fois plus grand que le premier, & se trouvera en C : qu'à la fin de la quatrieme vibration, le Mobile aura parcouru un nouvel espace sept fois plus grand que le premier, & se trouvera en D.

II°. Il est clair que le *Mouvement accéléré* de ce Mobile ; & de tout autre Mobile qu'on voudra lui substituer, a pour cause l'action de la gravité, laquelle agit dans la chute oblique comme dans la chute perpendiculaire : avec cette seule différence, que dans la chute oblique le long du Fil de métal qui résiste persévérément à la gravité, l'action de cette force en partie détruite, fait parcourir au Mobile, dans chaque tems égal, un espace proportionnellement moindre, que l'espace qui seroit parcouru dans une chute perpendiculaire, où la gravité exerceroit toujours toute son action contre le Mobile.

III°. Selon cette Expérience, les espaces que la Gravité fait parcourir à un Mobile, pendant les tems successivement égaux de sa chute ; croissent selon la progression 1, 3, 5, 7.

Donc les Graves, dans leur chute libre, accélèrent leur mouvement selon la progression croissante des Nombres impairs. C. Q. F. D.

DÉMONSTRATION TIRÉE DE LA RAISON.

Les Graves, dans leur chute libre, tombent, ou s'approchent du centre de leur mouvement, en vertu de leur gravité : donc ils tombent avec une vitesse accélérée selon la progression croissante des Nombres impairs. Il s'agit de démontrer cette conséquence ; & c'est ce que nous allons faire, en employant la théorie de Galilée, sans recourir au calcul de l'infini, qui seroit trop étranger à la plupart des Lecteurs.

PRÉPARATION. Soit un Triangle rectangle quelconque ABC, lequel peut être augmenté à l'infini AHM. Que le côté AB exprime une Seconde de tems, divisée en 1000 instans égaux, que nous regarderons comme des tems infiniment petits. (Fig. 25).

Concevons ce Triangle ABC, rempli d'autant de lignes paralleles à la base BC, que la Seconde a d'instans égaux : en sorte que ces 1000 lignes croissent successivement selon la progression des nombres naturels 0, 1, 2, 3, 4, 5... 999, 1000. Comme la gravité est une Force constante & uniforme, réellement ou équivalement inhérente & intrinsèque au mobile (365) : le Mobile pendant chacun des 1000 instans égaux qui composent chaque Seconde, doit recevoir de l'action de la gravité, la même impulsion ou la même somme d'impulsions. L'action de la gravité sur le Mobile, sera donc la même dans chaque instant égal, séparément pris.

DÉMONSTRATION. D'après ces préparatifs, examinons & suivons l'action accumulée de la gravité sur le Mobile, pendant plusieurs Secondes d'une Chute libre : en faisant abstraction de toute résistance de milieux. Commençons par l'examen de la première Seconde, avec laquelle seront comparées les Secondes suivantes.

SECONDE I. Dans l'instant qui précède immédiatement la chute du mobile, ou dans le dernier instant de repos : la vitesse du Mobile est = 0.

I°. Pendant le premier instant de la chute, la gravité qui commence à agir sur le Mobile, lui imprime une vitesse quelconque = 1, qui sera exprimée par la première ligne = 1.

II°. Si à la fin de ce premier instant, la gravité étoit anéantie, ou cessoit d'agir sur le Mobile : le Mobile continueroit à se mouvoir, pendant le second instant, avec la

vitesse 1, qu'il a acquise par l'action de la gravité pendant le premier instant de sa chute.

Mais la gravité subsiste & agit dans le mobile, pendant le *second instant*, comme pendant le premier. Donc la gravité produira dans le mobile, pendant le second instant, une nouvelle vitesse égale à la première. Donc, à la fin du second instant, le mobile aura une vitesse comme 1, en vertu du mouvement acquis pendant le premier instant de sa chute; & une nouvelle vitesse comme 1, en vertu de l'action que la gravité exerce sur lui pendant le second instant de sa chute. Cette vitesse qu'aura le mobile à la fin du second tems, sera exprimée dans le triangle, par la seconde ligne = 2.

III°. Si à la fin du second instant la gravité étoit anéantie; ou cessoit d'agir sur le mobile: le Mobile, en vertu de sa vitesse actuelle qu'il doit à l'impulsion de la gravité auparavant existante & maintenant détruite, continueroit à se mouvoir uniformément dans la même direction, avec une vitesse = 2, à laquelle rien ne résiste.

Mais la gravité subsiste & agit dans le mobile pendant le *troisième instant*, comme pendant le premier & pendant le second. Donc, à la fin de ce troisième instant, le mobile aura une vitesse = 2, en vertu du mouvement qu'il avoit à la fin du second instant; & une nouvelle vitesse = 1, en vertu de l'action de la gravité pendant ce troisième instant. La somme 3 de ces vitesses du Mobile, à la fin du troisième instant, sera exprimée dans le triangle par la troisième ligne = 3.

IV°. On peut appliquer le même raisonnement à tous les instans suivans jusqu'au millième inclusivement, qui complete la première Seconde de la chute du mobile.

Ainsi, à la fin de la *première Seconde* de sa chute: le Mobile aura acquis une somme croissante de vitesses, qui sera exprimée par les 1000 lignes du triangle ABC; ou par la somme des nombres naturels 0, 1, 2, 3, 4, 5... 999, 1000.

V°. De-là il s'ensuit, que dans les tems infiniment petits de la chute libre d'un Grave, la vitesse s'accélère selon la suite croissante des nombres naturels 0, 1, 2, 3, 4, 5, & ainsi de suite à l'infini.

Il sera facile de faire voir que cette Accélération selon la suite des nombres naturels, dans des tems infiniment petits, donne une accélération selon la suite des nombres impairs, dans des tems immensément plus grands, tels que des Secondes & des Minutes.

SECONDE II. Divisons par la pensée cette *deuxième Seconde*, ainsi que la première, en 1000 instans égaux, que

Nous considérerons encore comme infiniment petits. Comme la première Seconde a été exprimée par la ligne  $AB$  : exprimons cette nouvelle Seconde par la ligne égale  $BD$  du Triangle rectangle  $ADG$ , que nous allons encore remplir de lignes parallèles à la base  $DG$ .

I°. A la fin de la première Seconde, ou du millième instant, la vitesse du Mobile étoit  $= 1000$  ; & elle étoit exprimée par la ligne  $BC = 1000$ . Donc, si la gravité du mobile étoit anéantie pendant les 1000 instans qui composent cette deuxième Seconde : le Mobile, continuant à se mouvoir uniformément en vertu de sa dernière vitesse acquise que rien ne détruit, parcourroit dans les 1000 instans de cette nouvelle Seconde, 1000 lignes égales à la ligne  $BC$  : lesquelles 1000 lignes empliroient l'aire du rectangle  $BCED$ , rectangle deux fois plus grand, comme on le voit, que le triangle  $ABC$ .

II°. Mais la gravité subsiste & agit dans le Mobile pendant cette deuxième Seconde, comme elle a agi pendant la première. Donc le Mobile, en vertu de la gravité qui l'anime toujours, parcourroit encore pendant cette Seconde divisée en 1000 instans, une somme de lignes égale aux 1000 lignes croissantes du triangle  $ABC$  ; égale par conséquent à une somme de lignes croissantes qui empliroient la surface du triangle  $CEG = ABC$ .

III°. Ainsi, à la fin de la deuxième Seconde, la somme de tous les espaces parcourus par le Mobile, sera représentée par les 1000 lignes qui empliroient le rectangle  $BCED$  ; & par les 1000 lignes qui empliroient le triangle adjacent  $CEG$ .

Or, la somme de ces lignes  $BCGD$ , est trois fois plus grande que la somme des lignes  $ABC$ . Donc la vitesse du Mobile, pendant la deuxième Seconde, sera trois fois plus grande que la vitesse du même Mobile pendant la première Seconde de sa chute : puisque les tems étant égaux, les vitesses sont comme les espaces parcourus (265) ; & que les lignes qui empliroient l'espace  $BED$ ,  $BEC$ ,  $BEG$ , excèdent évidemment trois fois les lignes qui emplissent l'espace  $ABC$ .

Donc la vitesse du Mobile pendant la première Seconde, est  $\frac{1}{3}$  la vitesse du mobile pendant la deuxième Seconde ; comme  $ABC$  est à  $BCGD$ , ou comme 1 est à 3.

SECONDE III. Divisons encore cette troisième Seconde, en 1000 instans égaux ; & exprimons-la par  $DH = AB$ .

I°. A la fin de la deuxième Seconde, la dernière vitesse du Mobile, correspondante au dernier instant, étoit  $DE + EG$ , ou  $1000 + 1000$ . Donc, si la gravité du mobile étoit anéantie pendant toute la durée de cette troisième Seconde : le Mobile,

Mobile, en vertu de sa seule vitesse acquise, parcourroit 1000 lignes qui empliroient la surface du parallélogramme rectangle D G K H, lequel renferme quatre triangles égaux au triangle A B C.

II°. Mais la gravité subsiste & agit dans le Mobile, pendant cette troisième Seconde, comme pendant la précédente. Donc le Mobile, en vertu de sa gravité, parcourra encore une somme de lignes qui empliroit le triangle G K M. Donc, à la fin de cette troisième Seconde, la vitesse du mobile exprimée par les cinq triangles compris entre D G M H, sera cinq fois plus grande qu'à la fin de la première Seconde, où elle étoit exprimée par le triangle A B C.

La vitesse du mobile, pendant les trois Secondes que nous venons d'analyser, sera donc comme 1, 3, 5, croissant d'une Seconde à l'autre selon la suite des nombres impairs.

SECONDE IV. Par la même théorie, on démontrera qu'à chaque nouvelle Seconde suivante, la vitesse du Mobile doit augmenter selon la progression assignée. Car si on prolonge à l'infini les côtés A B & A C du Triangle: on conçoit qu'à la fin de chaque Seconde, les parallélogrammes qui seroient décrits en vertu des dernières vitesses acquises B C, D G, H M, seroient entre eux, comme 2, 4, 6, & ainsi de suite; & que la gravité, toujours subsistante & toujours agissante dans le Mobile, doit, à la fin de chaque nouvelle Seconde, avoir augmenté le parallélogramme correspondant d'une quantité égale au premier triangle A B C.

Donc, à la fin de chaque Seconde, les vitesses totales du Mobile, en les comparant les unes aux autres, seront toujours entre elles selon la progression croissante des nombres impairs, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13; & ainsi de suite.

Donc le Mouvement des Graves, en faisant abstraction de la résistance des Milieux, doit s'accélérer selon la suite croissante des Nombres impairs. C. Q. F. D.

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

367. OBJECTION I. Il n'est point certain que la Gravité soit une force intrinsèque & inhérente au Mobile: puisque cette gravité peut avoir pour cause, l'impulsion extrinsèque d'une matière distinguée du corps gravitant. Donc la théorie que nous venons de donner, & qui suppose que la gravité est intrinsèque & inhérente au mobile, porte sur une supposition incertaine, sur un fondement ruineux.

RÉPONSE. I°. Quelles que soient & la nature & la cause de la Gravité: il consiste par l'expérience, que cette force

T

agit uniformément & persévérément sur le Mobile, comme si elle étoit intrinsèque & inhérente au mobile. Donc on peut envisager cette force, dans la théorie de son action, comme si elle étoit intrinsèque & inhérente au Mobile : puisqu'elle les effets bien connus en sont les mêmes ; soit qu'on la suppose intrinsèque, soit qu'on la suppose extrinsèque au Mobile.

Donc la théorie que nous venons de donner, ne suppose rien d'incertain sur la cause de la gravité : puisqu'elle en fait totalement abstraction, pour n'envisager que ses effets.

II°. Nous démontrerons ailleurs, que la *Gravité des Corps* n'a pour cause, ni l'impulsion de la matière éthérée des Cartésiens, ni l'impulsion d'aucune autre matière quelconque : que cette Gravité des Corps est une propriété inhérente à leur nature & attachée à leur propre substance, en conséquence de la *Loi générale d'Attraction* qui sollicite tous les Corps à tendre sans cesse les uns vers les autres. (808).

Donc, en regardant la Gravité comme une force ou réellement ou équivalement intrinsèque au Mobile : nous ne supposons rien d'incertain, nous ne bâtissons sur aucun fondement ruineux.

368. OBJECTION II. Par la théorie que nous venons de donner : le Mouvement accéléré d'un Mobile, croît selon la progression arithmétique des nombres naturels, 1, 2, 3, 4, 5, 6, d'un instant à l'autre, dans les tems qu'on envisage comme infiniment petits. Pourquoi ce Mouvement accéléré croît-il dans une progression totalement différente 1, 3, 5, 7, 9, d'une seconde à l'autre, d'une minute à l'autre ?

RÉPONSE. La Gravité ou la Pesanteur est une Force toujours subsistante & toujours agissante, dont les impulsions se répètent sans cesse contre le Mobile ; dont l'effet va toujours en croissant, d'un instant infiniment petit, à l'autre instant infiniment petit.

I°. Il faut donc, pour évaluer son action totale, tenir compte de toutes les *impulsions successives* qui accélèrent la vitesse, d'un instant à l'autre. Et pour tenir compte de toutes ces impulsions successives de la gravité, il faut diviser le tems en instans si courts, que l'on puisse regarder l'impulsion de la gravité, *comme unique*, dans chaque instant isolé.

C'est sous ce point de vue, que nous avons envisagé les 1000 instans d'une seconde : c'est-à-dire, comme des instans assez courts pour que la vitesse correspondante à chaque instant isolé, ne soit précisément que la vitesse du dernier instant précédent, augmentée de la vitesse produite par une unique impulsion pendant l'instant actuel.

II°. Il y a donc, dans cette théorie, un double calcul de la vitesse accélérée. L'un a pour l'objet, l'accroissement de vitesse dans *chaque instant infiniment petit*: accroissement exprimé par des lignes parallèles telles que celles du triangle ABC, qui augmentent selon la suite des nombres naturels. L'autre a pour objet, l'accroissement de vitesse dans une *somme notable d'instans infiniment petits*: accroissement exprimé par des surfaces ABC, BCGD, DGMH, qui augmentent évidemment selon la suite des nombres impairs.

En estimant l'accroissement de vitesse selon la suite des nombres naturels, dans les *tems infiniment petits*: on prend la somme entière de tous les accroissemens; & le calcul est juste.

Mais en estimant de la même manière l'accroissement de vitesse, dans des tems notablement longs, par exemple, dans des *Secondes*: on ne prendroit pas l'accroissement de vitesse qui a lieu d'un instant à l'autre, pendant la durée de chaque seconde; & le calcul seroit défectueux. Il faut donc nécessairement une différente estimation de la vitesse, dans les tems infiniment petits, & dans les tems notablement longs.

369. OBJECTION III. Selon la théorie même que nous venons de donner; la vitesse ne s'accélère, d'une Seconde à l'autre, que selon la suite des *Nombres naturels*: puisqu'à la fin des trois secondes successives, les vitesses acquises sont comme les lignes BC, DG, HM, qui sont entre elles, comme 1, 2, 3.

RÉPONSE. La ligne BC n'est pas l'expression de toute la vitesse de la première Seconde: puisque la vitesse de la première Seconde, est exprimée par toutes les lignes parallèles du triangle ABC. De même la ligne DG n'est pas l'expression de toute la vitesse de la deuxième Seconde: puisque la vitesse de cette deuxième Seconde, est exprimée par toutes les lignes qui empliroient le trapeze BCGD.

Les dernières *Vitesses* des tems infiniment petits qui terminent chaque Seconde, croissent entre elles comme les nombres naturels. Mais la *Somme des vitesses* de chaque Seconde, croit d'une Seconde à l'autre, comme les nombres impairs.

370. OBJECTION IV. Plusieurs habiles Physiciens ont fait des expériences en grand, sur le *Mouvement accéléré des Corps*, qu'ils faisoient tomber de différentes hauteurs, en comparant les Espaces parcourus, avec le nombre de Secondes employées à les parcourir; & jamais l'expérience



ne s'est trouvée d'accord avec la théorie de Galilée. Donc cette théorie de Galilée, opposée à l'expérience, ne doit point être admise dans la Physique.

RÉPONSE. Les expériences faites par les plus habiles Physiciens, sur le Mouvement accéléré des Corps, s'accordent parfaitement avec la théorie de Galilée : quand les tems de la chute sont fort courts, & les espaces parcourus fort petits.

Dans les expériences en grand, quand les Corps tombent d'une hauteur considérable, si les espaces parcourus sont moindres en réalité, qu'ils ne devroient être selon la théorie de Galilée : il faut en attribuer le défaut à la *Résistance des milieux* ; résistance qui croissant comme le carré de la vitesse, doit être fort grande, quand la vitesse est notablement augmentée. (302).

Or la théorie de Galilée fait abstraction de cette résistance des milieux : puisqu'elle a pour objet, les Corps dans leur chute libre ; ou les corps tombans dans un pur espace, dans un milieu où rien ne leur résiste, dans un Vuide parfait.

#### DIVERS COROLLAIRES SUR CET OBJET.

371. COROLLAIRE I. *Quand un Corps, livré à sa gravité, tombe librement pendant plusieurs tems égaux, par exemple, pendant plusieurs secondes : les espaces parcourus par ce corps, à la fin de chaque tems, sont comme les carrés des tems.*

DÉMONSTRATION. Par la théorie que nous venons d'exposer & de démontrer ; à la fin du premier tems, l'espace parcouru est = 1 carré de 1 : à la fin du second tems, l'espace parcouru est  $1 + 3 = 4$  carré de 2 : à la fin du troisième tems, l'espace parcouru est  $1 + 3 + 5 = 9$  carré de 3 : à la fin du quatrième tems, l'espace parcouru est  $1 + 3 + 5 + 7 = 16$  carré de 4 : à la fin du cinquième tems, l'espace parcouru seroit  $1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 25$  carré de 5 ; & ainsi de suite pour les tems suivans.

Donc, quand un Grave tombe librement pendant plusieurs tems égaux & connus : on trouve la *somme précise des espaces parcourus*, en prenant le carré des tems qu'il a employés dans sa chute. Par exemple,

Comme les Corps parcourent une perche angloise dans la première Seconde de leur chute libre (364) : si un Corps est tombé pendant 10 secondes ; le carré de 10, qui est 100, donnera la hauteur de 100 perches angloises, d'où est tombé ce corps pendant ces 10 secondes. C. Q. F. D.

372. REMARQUE. En divisant une Seconde en quatre portions égales, qui seront de 15 Tierces chacune: on trouvera que les Corps qui parcourent 16 pieds d'Angleterre pendant la premiere Seconde de leur chute libre, parcourent un pied dans le premier quart, 3 pieds dans le second quart, 5 pieds dans le troisieme quart, 7 pieds dans le quatrieme quart de cette Seconde: puisq' leur mouvement s'accélere d'une portion de Seconde à l'autre, comme d'une Seconde à l'autre, selon la suite des Nombres impairs. Or  $1 + 3 + 5 + 7 = 16$ .

373. COROLLAIRE II. Un Corps, en tombant librement d'une hauteur quelconque, a acquis à la fin de sa chute, une Vitesse en vertu de laquelle, si sa direction devenoit rétrograde, il remonteroit précisément à la même hauteur d'où il est tombé. (Fig. 26).

DÉMONSTRATION. Qu'un corps A tombe pendant deux Secondes, que nous diviserons encore chacune en 1000 instans égaux! Il parcourra deux espaces, qui seront exprimés, l'un par le triangle ABD; l'autre par le trapeze BDFC. (366). La dernière Vitesse de ce corps, au dernier instant de sa chute, sera = CF.

1°. Si cette dernière Vitesse CF, devenue rétrograde, étoit constante & duroit pendant une Seconde ou pendant 1000 instans: le Mobile rétrograde A, en vertu de cette vitesse constante, parcourroit, pendant 1000 instans, 1000 lignes égales à CF; ou un nombre de lignes qui empliroient la surface entiere du parallélogramme FCBG. Le Mobile, dans une Seconde, atteindroit la même hauteur, d'où il est tombé en deux Secondes: puisq' le parallélogramme FCBG, qui exprimeroit la vitesse totale du Mobile rétrograde pendant une Seconde, est égal au triangle AFC, qui exprime la vitesse totale du mobile pendant deux secondes.

Mais le Mobile rétrograde a sa gravité, par qui sa vitesse est retardée en montant, comme elle a été accélérée en descendant: puisq' cette force toujours inhérente au mobile, doit toujours agir de même sur lui. Supposons sa dernière vitesse CF = 2000! Cette vitesse rétrograde, luttant sans cesse contre l'action permanente & opposée de la Gravité, décroitra selon la suite des nombres naturels pendant les 1000 instans égaux de la premiere Seconde; & sera successivement 2000 — 1, 2000 — 2, 2000 — 3... 2000 — 999, 2000 — 1000.

Donc à la fin de la premiere Seconde, le Mobile, en montant, aura parcouru, non un espace proportionnel au parallélogramme CFGB, mais simplement un espace proportionnel au trapeze BDFC.

11°. A la fin de la premiere Seconde, le Mobile, en

montant, a pour dernière Vitesse  $BD = 1000$ . Si cette dernière vitesse étoit constante & duroit 1000 instans: le mobile rétrograde A, en vertu de cette dernière vitesse, parcourroit 1000 lignes égales à  $BD$ , ou un nombre de lignes qui empliroient l'aire du parallélogramme  $BDEA$ .

Mais le Mobile rétrograde est sans cesse retardé par sa gravité. Donc sa dernière vitesse  $BD = 1000$ , fera pendant les 1000 instans de cette deuxième seconde,  $1000 - 1$ ,  $1000 - 2$ ,  $1000 - 3 \dots 1000 - 999$ ,  $1000 - 1000 = 0$ , qui fera l'état de repos.

Donc le Mobile, en montant, aura parcouru pendant cette deuxième seconde, non un espace proportionnel au parallélogramme  $BDEA$ , mais simplement un espace proportionnel au triangle  $ADB$ .

III<sup>o</sup>. On conçoit facilement comment la même théorie & la même démonstration auroient lieu: si le Mobile étoit tombé pendant un plus grand nombre de secondes.

Donc un Mobile qui tombe librement en vertu de sa gravité, a acquis, à la fin de sa chute, une vitesse qui devenant rétrograde, le porteroit précisément à la même hauteur d'où il a commencé de tomber. C. Q. F. D.

374. REMARQUE I. Un Mobile qui tombe librement en vertu de sa gravité, n'a parcouru à la fin de sa chute, que la moitié de l'espace qu'il auroit parcouru: si, pendant tout le tems de son mouvement, il avoit eu la même vitesse qu'il a à la fin de sa chute.

Car, s'il se fût mu, pendant tout le tems de sa chute, avec sa dernière vitesse  $CF$ ; il eût parcouru un espace proportionnel au parallélogramme  $ACFM$ : au lieu qu'il n'a parcouru qu'un espace proportionnel au triangle  $AFC$ , qui n'est que la moitié du parallélogramme. (Fig. 26).

375. REMARQUE II. Si un Mobile parfaitement élastique tombe perpendiculairement, avec un mouvement accéléré, sur un Plan parfaitement dur ou élastique: ce Mobile, en vertu de la percussion faite par la dernière vitesse, doit recevoir un *Mouvement rétrograde* qui le fasse remonter au même point d'où il est tombé: puisque la réaction, égale & opposée à l'action (327), rend rétrograde sa dernière vitesse; & que cette dernière vitesse, devenue rétrograde, doit le porter au même point d'élévation d'où il a commencé de tomber. (373).

I<sup>o</sup>. Que ce Mobile tombe d'abord pendant une seule seconde: sa dernière vitesse  $BD$ , devenue rétrograde par la réaction, lui fera parcourir en rétrogradant, le triangle  $BDA$ . (Fig. 26).

Que ce même Mobile tombe ensuite pendant deux secondes : sa dernière vitesse  $CF$ , devenue rétrograde par la réaction, lui fera parcourir le triangle  $AFC$ , quadruple du triangle  $ADB$ .

Par conséquent, les deux vitesses  $BD$ ,  $CF$ , qui sont entre elles comme 1 est à 2, produisent deux effets qui sont entre eux comme 1 est à 4.

II°. S'ensuit-il de-là que les diverses Forces motrices d'un même Corps, doivent être estimées par les carrés des vitesses ?

C'est renouveler la frivole question des Forces vives & des Forces mortes, sur le fond de laquelle tout le monde est d'accord : comme nous l'avons expliqué ailleurs. (281).

376. COROLLAIRE III. *La vitesse diminue dans un Mobile qui monte, comme elle s'augmente dans un Mobile qui descend, selon la progression des nombres impairs.* (Fig. 26).

EXPLICATION. Un Mobile qui commence à monter avec une vitesse  $CF$ , a perdu au bout de la première Seconde, une quantité de vitesse proportionnelle au triangle  $DFG$ ; a perdu, au bout de la deuxième Seconde, une nouvelle quantité de vitesse proportionnelle au trapeze  $ADGMA$ , trois fois plus grand que le triangle  $DFG$ . Par conséquent,

Comme un Mobile, dans son mouvement accéléré, pendant les Secondes successives de sa chute, parcourt 1, 3, 5, 7, 9, Perches angloises :

Ce même Mobile, commençant à monter avec un mouvement qui lui feroit parcourir 10 Perches angloises dans une Seconde, ne parcourra pendant les cinq Secondes successives de son mouvement retardé, que 9, 7, 5, 3, 1 Perches angloises.

377. COROLLAIRE IV. *La vitesse d'un Grave qui tombe hors du Vuide & en plein Air, après s'être accélérée pendant un certain tems, devient enfin sensiblement constante & uniforme.*

DÉMONSTRATION. I°. L'Expérience constate la vérité de ce Corollaire. Desagulier fit tomber du haut du dôme de saint Paul à Londres, d'une élévation de 272 pieds d'Angleterre, des Globes de plomb, d'environ deux pouces de diamètre : leur chute s'acheva dans quatre secondes & un quart. (249).

Sur quoi je raisonne ainsi. Si la vitesse de ces globes fût accélérée constamment selon la Loi fondamentale que nous avons démontrée (366) ; leur chute auroit été achevée en moins de tems : puisque les corps parcourant dans la première Seconde de leur chute, seize pieds d'Angle-

terre, dont il est ici question ; ces globes auroient dû parcourir, dans quatre secondes & un quart,  $16 + 48 + 80 + 112 + 33$  pieds, qui font 289 pieds.

Donc, si ces globes eussent accéléré leur mouvement sans obstacle, ils eussent parcouru environ 17 pieds de plus. Donc leur vitesse croissante a été diminuée & retardée par la résistance des obstacles : donc leur vitesse croissante seroit arrivée à un point où la résistance des obstacles, l'eût empêché de croître davantage.

II°. La Raison constate à son tour, la vérité de ce même Corollaire. Le *Mouvement des Graves*, ne s'accélère : que parce que la gravité, par ses impulsions sans cesse répétées, ajoute sans cesse une nouvelle vitesse, à la vitesse déjà acquise. Donc le *Mouvement des graves* devra cesser de s'accélérer : quand l'effet des impulsions de la gravité, sera détruit par la résistance de l'air au milieu duquel ils tombent.

Or la *Résistance de l'air*, doit enfin détruire l'effet des impulsions qu'imprime sans cesse au Mobile la gravité : parce que la gravité est une force constante qui n'augmente point ; au lieu que la résistance de l'air, est une force variable, laquelle augmente comme le *quarré de la vitesse* du Mobile qui le traverse (302) ; & qu'une force constante d'abord plus grande, doit être à la fin égalée par une force moindre toujours croissante.

Donc un Mobile qui tombe dans l'air doit parvenir, après un certain tems d'accélération, à une *Vitesse sensiblement uniforme*, ou à une vitesse dont l'accélération infiniment petite devient sensiblement nulle. C. Q. F. D.

378. PROBLÈME. *Estimer à peu près, la résistance qu'oppose l'Air à un Mobile, dans les différens tems de sa chute.*

SOLUTION. Prenons pour exemple, l'un des Globes de plomb dont nous venons de parler : sans la résistance de l'air, ce globe auroit parcouru 17 pieds de plus. (377).

I°. Supposons que la vitesse de ce globe de plomb, ait été retardée par la résistance de l'air, d'une quantité égale à deux pouces, pendant la *première Seconde* de sa chute.

Dans la *deuxième Seconde*, sa vitesse 3 fois plus grande, aura éprouvé une résistance proportionnelle au quarré de 3, qui est 9 : la vitesse du mobile aura donc été retardée de 9 fois deux pouces, ou de 18 pouces. (302).

Dans la *troisième Seconde*, sa vitesse 5 fois plus grande, aura essuyé une résistance proportionnelle au quarré de 5, qui est 25 : la vitesse du mobile aura donc été retardée de 25 fois deux pouces, ou de 50 pouces.

Dans la *quatrième Seconde*, sa vitesse 7 fois plus grande, aura effuyé une résistance proportionnelle au carré de 7, qui est 49: la vitesse du mobile aura donc été retardée de 49 fois deux pouces, qui font 98 pouces.

Dans le quart de la *cinquième Seconde*, la résistance toujours proportionnelle au carré de la vitesse 9 fois plus grande, aura occasionné un retardement de 33 pouces.

La somme de tous ces pouces fait 18 pieds, qui répondent à peu près à la résistance totale que l'air a opposée au mobile.

II°. Par une semblable méthode, on estimera la résistance qu'oppose l'air à d'autres mobiles qui auroient plus ou moins de vitesse dans leur chute en plein air: en comparant l'espace qu'ils auroient dû parcourir, avec l'espace moindre qu'ils ont parcouru.

Par exemple, si le globe dont nous parlons avoit été retardé de 34 pieds, au lieu de 17: on auroit donné 4 pouces de retardement à la première Seconde, au lieu de 2 pouces; & ainsi de suite dans les Secondes suivantes.

III°. En supposant un pouce de retardement, à la première Seconde: on a un pied de trop. Que l'on suppose le retardement de cette première Seconde, égal à onze lignes & deux tiers; & le résultat sera, à très-peu de chose près, de 17 pieds.

## PARAGRAPHE SECONDE.

### PRINCIPES PHYSIQUES DE LA BALISTIQUE.

379. DÉFINITION I. LA Balistique est une science qui a pour objet la *Projection des Graves*, par exemple, des bombes, des boulets.

Outre ses Principes mathématiques, la Balistique a ses Principes physiques, fondés & sur la théorie du Mouvement composé, & sur la théorie du Mouvement accéléré & retardé.

380. DÉFINITION II. La *Parabole* est une courbe ABC DEF, décrite en vertu de deux forces conspirantes, dont l'une est toujours constante, & l'autre croît ou décroît sans cesse selon la suite des nombres impairs. (*Math.* 739 & 766). En voici une notion qui suffira pour la matière que nous traitons. (*Fig.* 32 & 33).

I°. Soit une ligne indéfinie AP, dirigée vers le centre des Forces conspirantes: c'est l'*Axe* de la Parabole. A en

est le Sommet :  $HB, MC, ND$ , en tout les Ordonnées :  $AH, AM, AN$ , en tout les *Abscisses*.

II°. Si sur cet Axe  $AP$ , on élève une infinité de parallèles d'inégale longueur, perpendiculaires ou obliques à l'axe ; en telle sorte que les quarrés de ces parallèles  $HB, MC, ND$ , qu'on nomme *Ordonnées*, soient entre eux, comme les sections correspondantes de l'axe  $AH, AM, AN$ , qu'on nomme *Abscisses* la Courbe qui passera par le sommet  $A$ , & par les extrémités  $B, C, D, E, F$ , de toutes les ordonnées, fera une Parabole.

III°. On voit aisément dans les deux Paraboles que nous représentons, comment les quarrés des ordonnées sont entre eux comme les abscisses correspondantes. Car,

L'ordonnée  $HB = 1$  : son quarré sera  $= 1$ .

L'ordonnée  $MC = 2$  : son quarré sera  $= 4$ .

L'ordonnée  $ND = 3$  : son quarré sera  $= 9$ .

L'ordonnée  $OE = 4$  : son quarré sera  $= 16$ .

L'ordonnée  $PF = 5$  : son quarré sera  $= 25$ .

Les abscisses correspondantes seront aussi dans le même rapport entre elles. Car,

L'abscisse  $AH$  sera  $1$ , . . . . .  $= 1$ ;

L'abscisse  $AM$  sera  $1 + 3$  . . . . .  $= 4$ ;

L'abscisse  $AN$  sera  $1 + 3 + 5$  . . . . .  $= 9$ ;

L'abscisse  $AO$  sera  $1 + 3 + 5 + 7$  . . . . .  $= 16$ ;

L'abscisse  $AP$  sera  $1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 25$ .

#### PROPOSITION I.

381. Les Graves lancés dans une direction parallèle à l'horizon, décrivent une parabole. ( Fig. 32 ).

DÉMONSTRATION. Un Mobile  $A$ , l'ancé par un Canon, dans une direction horisontale  $AR$ , a un double mouvement savoir, un *mouvement horisontal*, que lui imprime la poudre enflammée ; & un *mouvement central*, que lui imprime sa gravité. Nous faisons ici abstraction de la résistance de l'air ; & nous considérons ces deux mouvemens, comme s'effectuant dans un vuide parfait.

I°. Si les deux mouvemens, dont le Mobile est animé, demuroient toujours constans & uniformes, conservant toujours entre eux le même rapport : le Mobile, obéissant à ces deux forces constantes, parcourroit la diagonale rectiligne  $AX$  d'un parallélogramme construit sur la direction & sur le rapport des deux forces  $Aa$  &  $AH$ . (345).

Mais le mouvement horisontal est un mouvement constant & uniforme, qui ne s'accélère point : tandis que le mou-

vement central est un mouvement variable, qui s'accélère d'un moment à l'autre selon la progression des nombres impairs. Le Mobile, livré à ces deux mouvemens, dont le rapport change à chaque instant, ne décrira donc point la diagonale rectiligne  $A X$ .

II°. Supposons le Mobile  $A$ , lancé horizontalement dans une direction quelconque, par exemple, d'occident en orient, dans le plan d'un cercle qui passe par le zénith du point  $A$  & par le centre de la terre. Le *Plan d'un cercle*, est sa double surface plane & sans profondeur.

Il est clair que le Mobile peut avancer d'occident en orient dans le plan de ce cercle, en vertu de sa force projectile; & qu'il peut s'abaisser dans le plan de ce même cercle vers le centre de la terre, en vertu de sa force centripète. Mais le Mobile ne peut sortir hors du plan de ce cercle, en s'écartant vers le midi ou vers le nord: parce qu'il n'est animé d'aucune force qui le pousse vers le nord ou vers le midi, hors du plan où il a commencé à se mouvoir. La *direction du Mobile*, sera donc toujours dans le même plan; & il ne s'agit plus que de suivre les inflexions que doit prendre successivement son mouvement, dans le plan où il a commencé.

III°. Supposons que le Mouvement projectile  $A a$ , dans la ligne horizontale, doive porter le Mobile à 4 perches angloises, d'occident en orient pendant la première Seconde. Ce Mouvement projectile  $A a$ ,  $B b$ ,  $C c$ ,  $D d$ ,  $E e$ , sera pendant chaque Seconde suivante, égal à 4 perches angloises.

Mais le Mouvement centripète  $A H$ , qui pousse le Mobile vers le centre de la terre, étant égal à une perche angloise pendant la première Seconde, sera successivement, pendant les Secondes suivantes, égal à 3, à 5, à 7, à 9, ... à 39, à 41, à 43 perches angloises; & ainsi de suite: si la hauteur d'où le mobile est lancé, étoit immense.

Ainsi, pendant la *première Seconde*, le mobile  $A$ , animé d'une force projectile  $A a = 4$ , & d'une force centripète  $= 1$ , parcourra la diagonale  $A B$  d'un parallélogramme construit sur la direction & sur le rapport de ces deux forces.

Pendant la *deuxième Seconde*, le même mobile, animé d'une force projectile  $B b = 4$ , & d'une force centripète  $= 3$ , parcourra la diagonale  $B C$  d'un nouveau parallélogramme construit sur la direction & sur le nouveau rapport de ces deux forces.

Pendant la *troisième Seconde*, le même mobile, animé d'une force projectile  $C c = 4$ , & d'une force centripète  $= 5$ , parcourra la diagonale  $C D$  d'un nouveau parrallélogramme



construit sur la direction & sur le nouveau rapport de ces deux forces.

Pendant la *quatrième Seconde*, le même mobile, animé d'une force projectile  $Dd = 4$ , & d'une force centripète  $= 7$ , parcourra la diagonale DE d'un nouveau parallélogramme construit sur la direction & sur le nouveau rapport des deux forces qui le meuvent; & ainsi de suite.

Or la ligne ABCDEF, que parcourt le mobile, est une parabole: puisque les quarrés des ordonnées HB, MC, ND, OE, PF, sont entre eux comme les abscisses correspondantes. On peut dire la même chose des ordonnées intermédiaires, qui seroient tirées entre celles que nous venons de nommer. Donc le Mobile qui se meut par l'extrémité de toutes ces lignes, décrit une parabole. C.Q.F.D.

382. REMARQUE. Une Pierre qu'on jette horizontalement par une fenêtre, une Source qui jaillit avec force dans une direction parallèle à l'horison, décrivent la même espèce de Courbe. Dans ces Corps, si la Force projectile l'emporte d'abord sur la Force centripète: la dernière, qui augmente sans cesse selon la fuite des nombres impairs, vient bientôt à bout d'égaliser & ensuite de surpasser la première, qui reste constante. (Fig. 32).

I°. La Résistance de l'air, qui diminue sans cesse la vitesse du Mobile, ne l'empêche pas de décrire une vraie parabole: parce que le Mobile n'ayant à chaque instant qu'un seul mouvement produit par deux forces conspirantes, la résistance de l'air diminue proportionnellement l'effet des deux forces.

Ainsi le Mobile qui, dans un Vuide parfait, se trouveroit en C à la fin de la deuxième seconde, se trouvera, à cause de la résistance de l'air, dans un point entre B & C; mais toujours dans une ligne parabolique BC. On peut dire la même chose des tems suivans.

II°. Quoique la route AB, BC, CD, DE du Mobile, soit rectiligne dans la figure; elle est réellement curviligne en elle-même: parce que la Force centripète devenant à chaque instant plus grande, tandis que la Force projectile demeure constante; les petites portions de ces diagonales AB, BC, CD, DE, doivent à chaque instant s'infléchir & se couder du côté de la force qui devient à chaque instant plus grande.

Si le Mobile, au lieu de descendre, montoit dans la direction FEDCBA: ces diagonales s'infléchiroient à chaque point, du côté de la force qui reste constante, tandis que l'autre diminue.

## PROPOSITION II.

383. *Les Graves, lancés dans une direction descendante, oblique à l'horison, décrivent une parabole.* (Fig. 33).

DÉMONSTRATION. Soit un globe A, lancé du haut d'un mur ou d'un roc fort élevé, dans la direction AZ oblique à l'horison : en telle sorte qu'en vertu de sa seule Force projectile, il dût s'avancer, pendant chaque Seconde, d'une quantité constante, vers le centre de la Terre & vers un point de l'horison.

Par la théorie que nous avons exposée & démontrée dans la proposition précédente : le Mobile A, livré à sa force projectile Aa, & à sa force centripète AH, décrira la diagonale AB pendant la première Seconde de sa chute.

Il décrira ensuite dans la deuxième Seconde, la diagonale BC ; dans la troisième Seconde, la diagonale CD ; & ainsi de suite.

Cette Courbe, ainsi que celle de la proposition précédente, est une parabole : donc ce Mobile décrit une parabole. C. Q. F. D.

## PROPOSITION III.

384. *Les Graves, lancés dans une direction ascendante, oblique à l'horison, décrivent une double parabole.* (Fig. 32).

DÉMONSTRATION. Soit le Mobile F, une bombe, ou un boulet, ou une balle, jetté du point F dans une direction FE : direction en partie horisontale Ff, & en partie verticale Fe. Le Mouvement horisontal Ff, demeure constant & uniforme : parce que rien ne l'augmente & ne le diminue. Le mouvement vertical Fe, décroît sans cesse selon la suite des nombres impairs : parce qu'il lutte contre la gravité du Mobile. (376).

1<sup>o</sup>. Supposons que le Mobile F commence à monter avec un mouvement vertical capable de l'élever vers le zénith, de 10 perches par Seconde.

Dans la première Seconde, il s'élevera de 10 perches moins 1 ; & il ira en E. Dans la deuxième Seconde, il s'élevera de 10 perches moins 3 ; & ira en D. Dans la troisième Seconde, il s'élevera de 10 perches moins 5 ; & il ira en C. Dans la quatrième Seconde, il s'élevera de 10 perches moins 7 ; & il ira en B. Dans la cinquième Seconde, il s'élevera de 10 perches moins 9 ; & il ira en A.

Dans la sixième Seconde, le Mobile devrait s'élever de 10 perches moins 11. Ainsi, au lieu de monter, il descendra d'une perche, en S ; ensuite de 3 perches, en T ; ensuite de

5, de 7, de 9 perches, en V, en Y, en Z: comme nous l'avons expliqué & démontré dans la première de ces trois propositions.

Cette double Courbure est toujours & par-tout parabolique: parce que la force horizontale, toujours constante & uniforme, porte & retient successivement le Mobile à l'extrémité d'une infinité d'Ordonnées, dont les quarrés sont toujours entre eux, comme les Abscisses correspondantes.

11°. Si le Mobile commençoit à se mouvoir avec un mouvement vertical plus grand, ou plus petit, que celui que nous lui avons supposé: ce Mobile arriveroit en plus ou moins de tems à sa plus grande élévation: l'axe AP de sa courbe seroit ou plus loin ou plus près du point de projection F.

Mais les quarrés des ordonnées à cet axe, seroient toujours comme les abscisses correspondantes; & le Mobile, toujours voituré par les deux forces qui l'animent, décriroit toujours une ligne parabolique, en montant & en descendant.

Donc les Graves, lancés de bas en haut, dans une direction oblique à l'horison, décrivent une double parabole. C. Q. F. D.

385. REMARQUE. La Parabole est une courbe qui ne revient point sur elle-même, comme le cercle: puisque, depuis son sommet A, elle va en s'écartant uniformément à l'infini, de son axe AP.

Dans la théorie du jet des bombes, on nomme *Amplitude du jet*, ou *Amplitude de la Parabole*, la ligne horizontale FPZ, interceptée entre le point d'où part & le point où tombe le Mobile.

Il consiste par l'expérience & par la théorie, que l'amplitude du jet est la plus grande qu'il soit possible, sous la même Force impulsive; quand la direction du mortier ou du canon qui lancent le Mobile, fait un angle de 45 degrés, avec l'horison: & que la moitié de cette amplitude, est égale à la hauteur verticale où s'éleveroit le Mobile jetté perpendiculairement vers le zénith.

Quand la direction du mortier fait un angle plus grand ou plus petit, l'amplitude du jet diminue. (*Math.* 743).

#### P R O B L Ê M E I.

386. Etant donné le tems qui s'est écoulé depuis la projection d'un Grave jusqu'à sa chute: déterminer à quelle hauteur il s'est élevé. (*Fig.* 32).

SOLUTION. Soit une bombe, ou un boulet, ou une balle,

lancés de bas en haut dans une direction perpendiculaire ou oblique à l'horison. Que depuis l'instant de l'éruption de la poudre enflammée, jusqu'à l'instant où le Mobile arrive à la fin de sa chute dans le même horison d'où il étoit parti, il se soit écoulé 20 secondes.

I°. Les Graves sont retardés en montant, précisément comme ils sont accélérés en descendant. (376). Donc le mobile aura employé dix secondes à monter, & dix secondes à descendre. Le point d'où il commence à descendre, est sa plus grande hauteur.

II°. Les espaces parcourus par un Grave qui descend, sont comme les quarrés des tems (371); & les graves qui tombent librement, dans une direction oblique ou perpendiculaire à l'horison, s'approchent du centre de la Terre, en vertu de leur gravité, d'une perche Angloise dans la premiere Seconde de leur chute. Donc, au bout de 10 Secondes, le Mobile, en descendant perpendiculairement ou obliquement à l'horison, se sera approché du centre de la Terre, d'un nombre de perches Angloises qui sera exprimé par le quarré de 10, lequel est 100: donc le mobile est tombé d'une hauteur de 100 perches Angloises: & telle est la hauteur où il s'étoit élevé.

On fait ici abstraction de la résistance de l'air, laquelle occasionne quelque retardement au Mobile, & qu'il faudroit retrancher à la hauteur trouvée. Nous avons expliqué ailleurs comment on peut évaluer à peu près cette résistance de l'air. (378).

III°. Si depuis l'instant de l'inflammation de la poudre, jusqu'au dernier instant de la chute du Mobile, on comptoit plus ou moins de secondes que dans l'exemple que nous venons de citer: la moitié de ce tems est employée par le mobile à monter, & l'autre moitié à descendre.

Soit ce tems, égal à 15 secondes: la chute du mobile aura duré 7 secondes & demie, dont il faut trouver le quarré. Le quarré de 7, plus la moitié de la différence entre les quarrés de 7 & de 8, moins les trois quarts d'une perche Angloise qui auroient été l'accélération propre de la demi-seconde (372), exprimeront la hauteur cherchée: qui sera  $49 + 7 + \frac{1}{2} - \frac{3}{4} = 56 + \frac{1}{4}$  perches Angloises.

387. REMARQUE I. Quand nous disons que les espaces parcourus par le Mobile à la fin de chaque tems, sont comme les quarrés des tems: nous n'entendons parler que des espaces parcourus verticalement.

Un Mobile qui tombe obliquement à l'horison en vertu d'une force horizontale & d'une force centrale, parcourt

plus d'espace que s'il tomboit perpendiculairement en vertu de sa seule gravité : parce qu'il est animé de deux forces *conspirantes* qui produisent chacune en plein leur effet, en le conduisant par une diagonale plus longue qu'un des deux côtés. (348).

Mais l'*Espace vertical*, dont il est ici question, est toujours comme le carré des tems : soit que le Mobile tombe perpendiculairement, soit qu'il tombe obliquement, de la plus grande élévation où l'a porté la force projectile.

388. REMARQUE II. Quoique les espaces verticaux parcourus par un Grave qui tombe librement, soient, à la fin de chaque tems, comme les carrés des tems ; cependant la *percussion de ce Grave ne se fait qu'en vertu de la dernière vitesse qu'il a acquise à l'instant où il frappe* : parce que les vitesses qui précèdent la percussion, sont étrangères & indifférentes à la vitesse qui fait la percussion. Ces vitesses précédentes ne doivent donc être comptées pour rien, dans la quantité de la percussion.

Or, les dernières vitesses acquises à la fin de la première, de la deuxième, de la troisième Seconde, & ainsi de suite, ne sont point comme les carrés des tems, mais simplement comme les tems : puisque les lignes BC, DG, HM, qui expriment les dernières vitesses de ces trois secondes, sont entre elles comme 1, 2, 3. (Fig. 25).

Donc la Force *impulsive* de ce Grave, force proportionnelle au produit de sa masse par sa vitesse, doit être estimée, au bout de chaque tems égal de sa chute, en multipliant sa masse par les tems : puisque ces tems sont l'expression de ses dernières vitesses, qui seules influent dans la percussion.

#### PROBLÈME II.

389. Etant donnés la masse d'un Mobile qui tombe successivement de différentes hauteurs, & le tems qu'il emploie chaque fois à tomber : déterminer la force de la percussion à chaque chute.

SOLUTION. Soit le Mobile, une bombe pesant 200 livres. Que cette bombe tombe perpendiculairement ou obliquement sur une surface horizontale, contre laquelle nous supposons que la percussion doit se faire, la chose est fort indifférente puisque la percussion contre une surface horizontale, ne se fait que par le *Mouvement vertical* ; & que le mouvement horizontal que pourroit avoir cette bombe dans sa chute oblique, n'influe pour rien dans la percussion dont il est ici question. (354). Comparons entre elles, plusieurs chûtes de cette bombe.

I°.

I°. Que dans la *première chute*, depuis l'instant de l'inflammation de la poudre, jusqu'à l'instant de la percussion, il y ait 10 secondes. La chute aura duré 5 secondes; & la dernière vitesse qui fait la percussion, & qui est proportionnelle au tems employé à tomber (388), sera  $\equiv 5$ .

La force motrice étant le produit de la masse par la vitesse: la percussion de cette bombe, sera  $200 \times 5 = 1000$ .

II°. Que dans la *seconde chute*, depuis le départ jusqu'à la percussion, il y ait 18 secondes. La chute aura duré 9 secondes; & la dernière vitesse sera  $\equiv 9$ . La percussion de cette bombe, sera  $200 \times 9 = 1800$ .

III°. On trouvera toujours de même la *Force motrice* de cette bombe, dans ses différentes chûtes d'une hauteur quelconque: en prenant pour multiplicateur de la masse, le nombre des secondes employées à tomber, lequel exprime toujours les dernières vitesses du mobile.

390. REMARQUE. Dans la solution de ce problème, nous n'estimons que la *Force initiale* du Mobile: force proportionnelle au produit de la masse par la vitesse.

Si on veut avoir l'*Effet total* qu'aura produit la bombe en question, après l'épuisement des forces, en tombant de différentes hauteurs sur des corps qui cedent à son impulsion: il faut multiplier la masse, par les *quarrés des dernières vitesses*, ou par les quarrés des tems; & alors l'effet total de la première chute achevée en 5 secondes, sera  $200 \times 25$ ; & l'effet total de la seconde chute achevée en 9 secondes, sera  $200 \times 81$ .

On voit encore ici que la dispute sur l'estimation des Forces motrices, ou par la simple vitesse, ou par le quarré de la vitesse, n'est occasionné que par un simple Mal-entendu. (381).

PROBLÈME III.

391. Trouver, par la théorie du mouvement accéléré, la vitesse d'un boulet de canon, ou d'une balle de fusil: ou déterminer en combien de tems un tel Mobile se porte, de l'arme à feu qui le lance, au terme où il frappe. (Fig. 34).

SOLUTION. Soit AM, un Canon ou un Fusil, dirigé fixément en B, contre un plan perpendiculaire à l'horizon: en telle sorte que si le Mobile M étoit sans gravité, il dût frapper en B. Pendant le court espace de tems qu'emploie le mobile à passer de l'arme à feu d'où il part, au terme où il aboutit: sa gravité l'abaisse incessamment vers le centre de la terre, au-dessous de sa direction MB. Il frappera donc ce terme, non au point B, où il est dirigé;

V.

mais au-dessous de ce point B : & la percussion se fera d'autant plus au-dessous du point B, que le mobile aura employé plus de tems à franchir l'espace MB.

I°. Etant connue la distance MB, interceptée entre l'arme à feu & le plan opposé ; & la distance BD, interceptée entre le point de direction & le point de percussion : on trouvera aisément la *Vitesse du mobile*.

Car le mobile, qui sans sa gravité auroit frappé en B, a demeuré en chemin, précisément autant de tems qu'il lui en faudroit pour tomber perpendiculairement avec un mouvement accéléré, de B en D : puisque la gravité agit de même & produit le même effet dans un mobile ; soit qu'il tombe obliquement, soit qu'il tombe perpendiculairement à l'horison. (387).

II°. Comme les Graves, au bout de la première Seconde de leur chute, ont tombé d'une *Perche angloise* ; & qu'au bout de chaque Seconde suivante, l'espace central qu'ils ont parcouru est comme le carré du tems employé à le parcourir : il s'ensuit qu'en extrayant la racine carrée du nombre de perches interceptées entre le point de direction & le point de percussion, on aura le tems qu'a employé le mobile à passer de M en D. On aura par-là même, la vitesse du mobile : puisque la vitesse est l'espace connu MD, divisé par le tems trouvé & connu.

Supposons, par exemple, que le mobile M, dirigé en B, ait frappé en D ; & que la distance BD soit de 16 perches angloises. La racine carrée de 16 est 4 : donc le mobile a employé 4 Secondes à parcourir la ligne parabolique MD.

Si la distance DB étoit de cent perches : le Mobile auroit mis 10 secondes à franchir l'espace MD.

Si la distance interceptée entre le point de direction B & le point de percussion D, est beaucoup moindre ; si elle n'est, par exemple, que d'un pied d'Angleterre ; le Mobile n'a employé qu'un quart de seconde à passer de M en D : parce que les graves tombent d'un pied d'Angleterre, dans un quart de seconde (372).

Ainsi, en diminuant proportionnellement les tems & les espaces : on trouvera toujours par la même méthode, le tems employé à parcourir la ligne MD, par la grandeur de la chute BD.

III°. C'est par cette méthode qu'on a trouvé qu'un Canon chargé pour battre en breche, lance un boulet avec une force qui lui fait parcourir environ 100 toises ou 600 pieds dans une Seconde : parce que, dirigé selon la ligne AMB à une distance MB de 600. pieds, ce boulet va frapper en D, à environ 15 pieds de France au-dessous du

point de direction B : ce qui est précisément la quantité de sa chute libre pendant une Seconde.

Le mouvement qui porte ce boulet de M en D, dure donc précisément une Seconde : puisque s'il duroit plus ou moins ; ce boulet frapperoit le terme ou au-dessus ou au-dessous du point D, éloigné de 15 pieds du point de direction B.

IV°. On pourroit aussi déterminer cette même vitesse, dans les distances considérables : en comparant, par le moyen d'un Pendule à secondes bien exact, le tems écoulé entre la lumière du canon apperçue, & la percussion faite par le boulet sur son terme.

Il est clair qu'en mesurant exactement la distance du terme d'où est parti & du terme où a abouti le boulet, & en connoissant exactement le tems employé par le boulet à parcourir cette distance : on détermineroit exactement sa vitesse.

392. OBJECTION. Le Fusil, le Pistolet, le Canon, frappent précisément au point de direction. Donc les regles de la Balistique, selon lesquelles les graves devoient s'abaisser au-dessous de cette direction, sont fausses. (*Fig. 35*).

RÉPONSE. Les Armes à feu sont communément construites de telle manière que la ligne de direction DCA, & la ligne de projection EMB, ne sont point parallèles, & qu'elles s'entre-coupent en un point C plus ou moins éloigné.

I°. Si le Mobile M étoit sans gravité : la ligne de projection EMB, le porteroit en B, au-dessus de la ligne de direction.

Mais comme le Mobile est abaissé dans sa route par sa gravité : il frappe à peu près en A, où aboutit la ligne de direction DCA, prolongée jusqu'à la distance où agit communément l'arme à feu.

II°. On peut remarquer ici qu'il est impossible de construire des armes à feu, en telle manière qu'à toute distance & avec une vitesse quelconque, la ligne de direction & la ligne de projection s'accordent à porter le mobile à un même point précis A.

La raison en est, que si la distance MB est parcourue en une Seconde ; le mobile M ne s'abaissera que d'une perche angloise, au-dessous de B : au lieu que si la même distance MB est parcourue en deux secondes, le mobile s'abaissera de quatre perches au-dessous de B.

Si la distance horizontale MB étoit parcourue en six secondes : le Mobile M frapperoit un point de la perpendiculaire BN, à trente-six perches plus bas que B.



On conçoit par-là ce qui doit arriver dans d'autres cas où le Mobile emploie des tems plus ou moins longs, pour atteindre son but plus ou moins éloigné.

III°. Quel que soit l'angle  $FCG$ , formé par la ligne de direction & par la ligne de projection : les côtés  $FG$ ,  $HK$ ,  $BA$ , interceptés entre cet angle, croissent comme les distances ; tandis que la chute accélérée du mobile, à la distance  $G$ , à la distance  $K$ , à la distance  $A$ , a augmenté comme le quarré des tems qui répondent à ces distances.

Si le mobile se trouve pendant un instant dans la ligne de direction  $DA$  : il ne peut plus se retrouver dans cette même ligne.

C'est donc à l'Expérience & à la Balistique, de diriger l'œil & la main de celui qui fait usage des armes à feu. L'expérience & la théorie lui apprendront à viser plus ou moins au-dessus du point à frapper : selon que la poudre, plus ou moins forte, imprime plus ou moins de vitesse au mobile ; selon que la distance du point à frapper, est plus ou moins grande.



### TROISIÈME SECTION.

#### LE MOUVEMENT RÉFLÉCHI ET RÉFRACTÉ.

393. OBSERVATION. **U**N Corps en mouvement peut rencontrer, ou un obstacle impénétrable, tel qu'un bloc de marbre ; ou un obstacle pénétrable, tel qu'un bassin d'eau. Dans le premier cas, ce corps essuie une *Réflexion*, s'il est élastique : dans le second cas, il essuie une *Réfraction*, s'il pénètre obliquement dans un nouveau milieu plus ou moins résistant.

I°. Dans le *Mouvement réfléchi*, le mobile est répercuté, après le choc, dans une direction différente de sa première direction.

Dans le *Mouvement réfracté*, le mobile est simplement détourné de sa première direction.

II°. La *Réflexion du mouvement*, a pour cause l'élasticité des corps qui se heurtent : puisque nous n'apercevons le phénomène de la *Réflexion*, que dans le choc des corps élastiques ; & que les corps qui n'ont point ou qui n'ont que très-peu d'élasticité, n'occasionnent point ou n'occasionnent que très-peu de mouvement réfléchi.

III°. La *Réfraction du mouvement*, a pour cause la quantité

plus ou moins grande de résistance qu'oppose à une direction du Mobile, le nouveau milieu qu'il pénètre.

Il n'y a point de Réfraction: quand le Mobile, en sortant d'un milieu, entre perpendiculairement dans un autre milieu quelconque; ou quand il passe obliquement d'un milieu dans un autre milieu d'égale résistance.

## PARAGRAPHE PREMIER.

### LE MOUVEMENT RÉFLÉCHI.

394. DÉFINITION. **U**N Mobile qui se réfléchit après le choc contre un obstacle impénétrable, forme, avec le plan réfléchissant, deux angles qu'il faut remarquer: un angle d'incidence & un angle de réflexion. Nous supposons ici que le mouvement, avant & après le choc, se fait en ligne droite. (Fig. 30).

I°. On nomme *Angle d'incidence*, l'angle  $ABG$ , formé par la ligne  $AB$  que décrit le mobile  $A$  avant le choc, & par la ligne ou la surface du plan  $BG$ . L'angle d'incidence peut être, ou droit  $PBG$ , ou aigu  $ABG$ .

II°. On nomme *Angle de réflexion*, l'angle  $HBC$ , formé par la ligne  $BC$  que décrit le mobile  $A$  après le choc, & par la ligne ou la surface du plan  $BH$ .

III°. Si la surface contre laquelle se fait le choc, au lieu d'être une surface plane  $GH$ , est une surface courbe  $r m n t$ : il faut concevoir une Tangente  $mn$  à cette surface courbe, au point de contact. Les angles formés sur cette Tangente par la direction du Mobile avant & après le choc, seront l'*Angle d'incidence*  $AmG$ , & l'*Angle de réflexion*  $CnH$ .

### R È G L E I.

395. Si un Corps élastique va heurter perpendiculairement, avec une vitesse quelconque, un Plan horizontal, dur ou élastique: après le choc, ce corps se réfléchit par la même ligne perpendiculaire au plan. (Fig. 30).

DÉMONSTRATION. Soit un Globe élastique  $P$ , lancé perpendiculairement en  $B$ , sur le plan horizontal & impénétrable  $GH$ . Ce corps, après le choc, doit remonter en  $P$ , par la ligne  $BP$ .

I°. La Réaction est égale & opposée à l'action (327): donc la force  $PB$ , qui s'est consumée à faire la compression, revient en un sens opposé  $BP$ , par la réaction.

Donc le Mobile sera porté de B en P, par une force précisément égale à celle qui la porte de P en B.

II°. Le Mobile, en descendant par la perpendiculaire avant le choc, n'a point de mouvement horifontal. Il n'aura donc point non plus de mouvement horifontal en montant après le choc : puisque le mouvement né de la Réaction, est égal & opposé au mouvement perdu dans la compression.

Donc le Mobile, après le choc, dénué de tout mouvement horifontal, & emporté par le seul mouvement vertical, remontera par la perpendiculaire B P, décrivant précisément la même ligne avant & après le choc. C. Q. F. D.

## R E G L E I I.

396. Si un Corps élastique va heurter perpendiculairement un plan, dur ou élastique, perpendiculaire ou oblique à l'horison : le Mobile, abstraction faite de sa gravité, revient, après le choc, par la même ligne qu'il a suivie avant le choc. (Fig. 24).

DÉMONSTRATION. Soit un globe élastique A, sans gravité, lancé perpendiculairement contre le plan dur ou élastique D, perpendiculaire ou oblique à l'horison.

La force impulsive AD du mobile se détruit toute entière par la compression, & se convertit en une force égale & opposée DA, par la réaction. Donc le Mobile, porté par la force AD avant le choc, sera réfléchi par la force DA après le choc. Donc le Mobile, livré à l'action & soumis à la direction de la force réagissante DA, reviendra par la ligne DA après le choc. C. Q. F. D.

## R E G L E I I I.

397. Si un Corps élastique va heurter obliquement un plan, dur ou élastique : quelle que soit la position de ce plan, le Mobile continue à se mouvoir après le choc, en faisant avec le plan réfléchissant, un angle de réflexion égal à son angle d'incidence. (Fig. 30).

DÉMONSTRATION. Soit un globe élastique A, lancé obliquement contre le plan dur ou élastique G H, dans une direction quelconque A B. Après le choc, ce globe se réfléchira dans la direction B C ; & l'angle de réflexion C B H, sera précisément égal à l'angle d'incidence A B G. La théorie, qui va établir cette Règle fondamentale, est fondée sur ce que nous avons dit ailleurs sur la décomposition des forces, ou sur la décomposition du mouvement oblique. (354 & 355).

I°. Le Mobile A, lancé de A en B, est animé d'un mouvement qui a une double direction : l'une A D parallèle au

plan, & nulle dans la percussion; l'autre  $AM$ , perpendiculaire au plan, & seule efficace dans la percussion.

La partie du mouvement qui donne la direction  $AD$ , parallèle au plan, ne se détruit point dans le choc: puisque le plan ne lui résiste en rien. Elle reste donc la même après le choc, comme avant le choc.

La partie du mouvement qui donne la direction  $AM = DB$ , perpendiculaire au plan, périt par le choc; & se convertit en une force égale & opposée  $BD$ , par la réaction. Cette Force de réaction  $BD$ , tendra donc, après le choc, à élever le mobile dans une direction perpendiculaire au plan.

II°. Le Mobile, avant le choc, livré aux deux forces impulsives  $AM$  &  $AD$ , ou à une seule force impulsive qui équivaudroit à l'action conjointe des deux puissances  $AD$  &  $AM$ , décrirait, dans un tems déterminé, la diagonale  $AB$  d'un parallélogramme  $ADBM$ .

Le Mobile, après le choc, livré à la force parallèle  $BN = AD$ , & la force perpendiculaire  $BD = AM$ , décrira dans le même tems déterminé, la diagonale  $BC$  du parallélogramme  $BD CN$ , semblable & égal au précédent  $ADBM$ . Donc le Mobile, après le choc, fera sur le plan, un angle de réflexion  $HBC$ , égal à l'angle d'incidence  $GBA$ : puisque la grandeur de ces angles dépend du rapport des deux forces, perpendiculaire & parallèle, qui meuvent le mobile; & que ce rapport est précisément le même avant & après le choc.  $C. Q. F. D.$

398. COROLLAIRE. De quelque maniere qu'un Globe élastique heurte un corps dur ou élastique: l'angle de réflexion est toujours égal à l'angle d'incidence. (Fig. 30).

DÉMONSTRATION. L'Angle d'incidence, est ou droit, ou aigu; sur une surface plane, ou sur une surface courbe.

I°. Si la direction du Mobile est perpendiculaire à la surface réfléchissante: le Mobile  $P$  se réfléchit par la perpendiculaire (396). L'angle de réflexion est un angle droit, ainsi que l'angle d'incidence.

II°. Si la direction du Mobile est oblique à la surface réfléchissante: le Mobile  $A$  ou  $C$  se réfléchit encore sous un angle égal à l'angle d'incidence. (397).

III°. Si le Corps réfléchissant, au lieu d'être un corps à surface plane  $GH$ , est un corps à surface courbe  $rmnt$ : le point de contact est toujours un petit plan, où les angles d'incidence & de réflexion peuvent être mesurés par la Tangente de ce corps. (394).

La même théorie, qui démontre que les angles de ré-

flexion font égaux aux angles d'incidence sur un grand plan  $GH$ , démontre également que ces angles font égaux sur l'infiniment petit plan  $mn$  du globe  $BX$ . L'angle de réflexion sera donc toujours égal à l'angle d'incidence.  $C. Q. F. D.$

399. REMARQUE I. La théorie que nous venons d'établir, au sujet du Mouvement réfléchi, quadre parfaitement avec la nature des choses, dans ce qui concerne la Lumière : mais elle souffre quelques modifications, ainsi que nous allons l'observer & l'expliquer, dans le reste des Corps.

I°. Dans les *Loix du Mouvement réfléchi*, que nous venons de tracer, nous faisons abstraction de la résistance des milieux, de la pesanteur des corps, de leur défaut d'élasticité parfaite : trois causes qui font que dans la pratique, l'angle de réflexion n'est pas parfaitement égal à l'angle d'incidence. Par exemple,

La *Pesanteur des corps*, fait que leur direction, dans leur incidence & dans leur réflexion, est une ligne parabolique (380), au lieu d'une ligne droite.

Le *défaut d'Elasticité parfaite* dans les corps, fait que la force de réaction, après le choc, n'est pas parfaitement égale à la force de percussion avant le choc ; & que l'angle de réflexion est conséquemment un peu moindre que l'angle d'incidence.

Il ne s'en suit pas de-là que ces Loix du mouvement, soient vaines ou trompeuses dans l'état physique des choses : comme nous l'avons observé ailleurs. (339).

II°. La Lumière est le seul corps où les *Loix de la réflexion*, se montrent dans la pratique, parfaitement conformes à la théorie.

Il consiste par les observations, & on démontre par la théorie générale que nous venons de développer, que de quelque manière que tombe la Lumière sur un plan réfléchissant ; l'angle de réflexion, droit ou aigu, est toujours sensiblement égal à l'angle d'incidence. La raison en est, que la Lumière a une élasticité parfaite ; que son infinie petitesse lui procure des sentiers assez libres à travers les milieux où elle se meut ; & que son mouvement de gravitation est comme nul, en comparaison de son mouvement d'impulsion directe ou réfléchi.

Par exemple, il consiste par les observations astronomiques, que la Lumière vient du Soleil à nous, en sept minutes & demie : parcourant au moins trente millions de lieues dans ce même tems. (716).

La Lumière a donc une vitesse qui lui fait parcourir au moins 66666 lieues par seconde : tandis que sa pesanteur, qui lui est commune avec tous les corps, ne peut l'écartier,

dans le même tems, auprès de la Terre, que d'une perche Angloise, de la direction qu'elle fuit. (Fig. 30).

Soit donc un *Ballon de lumiere*, dardé & réfléchi dans la direction ABC. En parcourant 66666 lieues dans la direction BC, pendant une seconde de tems : ce ballon de lumiere ne pourroit s'abaisser que d'une perche Angloise ou de 15 pieds de France, au-dessous de la ligne BC, en vertu de sa gravité ; quand même cette gravité, qui va en décroissant à mesure qu'elle s'éloigne de la Terre, resteroit toujours la même. La route BC de ce ballon de lumiere, quoique parabolique, doit donc être toujours une ligne sensiblement droite.

Cette théorie générale du Mouvement réfléchi, est, comme on voit, la base & le fondement de la Catoptrique : science qui a pour objet la *marche de la Lumiere*, dans la réflexion qu'elle essuie sur les corps impénétrables à ses rayons.

400. REMARQUE II. La théorie & la pratique du mouvement réfléchi, ont spécialement lieu dans le Jeu de paume & de billard : où tout l'art consiste, tantôt à saisir les angles d'incidence & de réflexion favorables, tantôt à éviter les angles d'incidence de réflexion nuisibles. Les habiles Joueurs de billard ont dans l'œil, sans y faire attention, les tangentes au point de contact convenable.

A l'occasion du Jeu de billard, nous allons rendre raison d'un petit phénomène qui amuse & étonne quelquefois les Joueurs. Si sur le tapis d'un Billard, on frappe perpendiculairement du tranchant de la main, la boule B, dans la direction Bv qui passe hors du centre : la boule s'enfuit d'abord dans la direction BA, & revient tout de suite avec un mouvement plus ou moins rapide, dans la direction AB. (Fig. 17).

EXPLICATION. En frappant cette boule dans la direction Bv, on lui imprime trois mouvemens différens : un *mouvement central*, tel que Bv, qui, par la réaction de la bille & du plan, se convertit en un mouvement vertical vB : un *mouvement horifontal*, en vertu duquel la bille est sollicitée à se mouvoir dans la direction rs : un *mouvement de rotation*, par lequel la bille est déterminée à rouler plus ou moins rapidement autour de son centre r, dans la direction BnmB.

1°. Après la percussion Bv, & la réaction vB, la boule B est livrée à deux mouvemens : à un mouvement horifontal rs, & à un mouvement vertical rB. En vertu de ces deux mouvemens, la boule s'élève un peu au-dessus de la

surface du tapis ; & se porte de A en B , par la ligne parabolique  $rCs$ . (384).

Pendant ce trajet : la bille , élevée au-dessus du tapis , qu'elle ne touche point , continue à rouler sur son centre , dans la direction  $BnmB$ .

II°. Arrivée au point A , après que son mouvement horizontal & son mouvement vertical sont épuisés , la boule conserve son seul mouvement de rotation  $BnmB$  : en vertu duquel son centre se porte en avant dans la direction  $sr$  ; jusqu'à ce que la résistance , occasionnée par le frottement du tapis , ait totalement absorbé ce mouvement de rotation qui la rend rétrograde.

## PARAGRAPHE SECOND.

### LE MOUVEMENT RÉFRACTÉ.

401. OBSERVATION. **I**L conste par mille & mille expériences , que si un Mobile passe perpendiculairement d'un Milieu dans un autre milieu plus résistant ; le *Mouvement du mobile se ralentit , sans changer de direction* : que si le même Mobile passe obliquement d'un milieu dans un autre milieu plus ou moins résistant ; la *Direction du mobile se coude , au point où se fait le passage d'un milieu dans l'autre*. Par exemple (Fig. 36) :

I°. Si une boule V de plomb ou de marbre ou de bois , tombe avec une vitesse quelconque , du sein de l'air , sur la surface BT d'un bassin d'eau tranquille , dans une *Direction perpendiculaire* à ce bassin : elle se meut plus lentement dans l'eau que dans l'air , mais toujours dans la même direction perpendiculaire VMN.

L'eau , huit ou neuf cents fois plus dense que l'air , oppose au mouvement de cette boule , une résistance huit ou neuf cents fois plus grande : cette boule doit donc ralentir son mouvement , en passant de l'air dans l'eau. Mais comme cette résistance de l'eau s'oppose également en tout sens au mouvement perpendiculaire de la boule : elle doit simplement affaiblir & diminuer ce mouvement , sans lui donner une nouvelle direction en un sens plutôt qu'en un autre.

II°. Si la même boule A est lancée sur le même bassin d'eau , dans la *Direction oblique AM* : non seulement son mouvement se ralentit dans l'eau , mais il quitte la direction AMP , pour prendre la direction AMD , coucée au point M.

La boule, dans la direction oblique  $AM$ , est portée contre la surface de l'eau, avec un mouvement composé d'un mouvement horizontal  $AV$  & d'un mouvement central  $AB$ . (354).

A l'instant qu'elle touche l'eau; son *Mouvement central* éprouve la résistance de l'eau: tandis que son *Mouvement horizontal* n'éprouve encore que la résistance de l'air. Donc le mouvement central doit être plus affaibli, que le mouvement horizontal. Donc le mouvement horizontal restant le même, & le mouvement central étant diminué: le Mobile doit se porter davantage dans la direction de la force  $MH$ , qui devient prédominante par l'affaiblissement de la force opposée  $MN$ .

*PERPENDICULAIRE AUX DIVERS MILIEUX.*

Comme, en passant d'un Milieu dans un autre milieu plus ou moins résistant, un Mobile ou s'approche ou s'éloigne toujours d'une *Perpendiculaire*, menée du point d'incidence ou de passage, dans le nouveau milieu: il est de la dernière importance de bien connoître cette *Perpendiculaire* dans un Milieu à surface plane, à surface convexe, à surface concave.

402. DÉFINITION I. Dans un Milieu à surface plane: cette *Perpendiculaire* est une ligne droite  $MN$ , menée du point d'incidence dans le nouveau Milieu, & perpendiculaire à la surface où le mobile rencontre ce milieu. (Fig. 36).

I°. Que la surface d'un Milieu pénétrable, soit horizontale, ou verticale, ou inclinée à l'horizon: la chose est indifférente par rapport à cette *Perpendiculaire*, qui est toujours une ligne droite, perpendiculaire à la surface de ce milieu, & menée du point de passage, dans ce nouveau milieu.

II°. Comme la surface d'une eau tranquille  $BT$ , est plane: la surface de l'air qui l'environne, est plane aussi. L'air qui environne une surface plane, doit donc être considéré comme *Milieu à surface plane*.

Si un Mobile  $M$  passe de l'eau dans l'air dans la direction  $DMA$ : la ligne  $MV$  fera la perpendiculaire menée dans ce nouveau milieu.

403. DÉFINITION II. Dans un Milieu à surface sphérique, par exemple dans un globe de cire ou de neige ou d'argille humide: cette *Perpendiculaire* est le rayon même de la Sphere; ou la ligne droite menée du point d'incidence au centre de convexité. Par exemple, si le mobile  $M$  rencontre le globe pénétrable  $N$ , en  $B$  ou en  $D$ : cette perpendiculaire est le rayon  $BN$ , ou  $DN$ . (Fig. 37).



Un milieu qui environne un Globe, par exemple, l'air ou l'eau qui enveloppe le globe N, doit être considéré comme un Milieu à surface concave, dont nous allons faire connoître la Perpendiculaire, menée du globe dans le milieu environnant.

404 DÉFINITION III. Dans un Milieu à surface sphériquement concave : cette Perpendiculaire est le rayon prolongé, ou la ligne droite NC ou NF, menée du centre de courbure, dans le nouveau milieu, par le point où le mobile passe du sein de la sphere dans le milieu environnant : puisque la ligne EF est perpendiculaire à la tangente au point E.

## R E G L E I.

405. Quand un Mobile est porté par un mouvement perpendiculaire, d'un Milieu dans un autre milieu plus ou moins résistant : ce mobile ne change point de direction. (Fig. 36 & 37).

DÉMONSTRATION. La vérité de cette première Règle ; est constatée par l'expérience. Une balle qui tombe perpendiculairement de V en M, sur un bassin d'eau tranquille, va au fond par la même direction VMN. Une balle qui va frapper perpendiculairement un cube de cire ou de neige ou d'argille humide, quelle que soit la position de ce cube, s'ouvre un passage dans ce cube, par une ligne perpendiculaire à la surface où a commencé le contact. Une balle qui va frapper un globe N de cire ou de neige, dans une direction MB, qui prolongée passe par le centre, traverse ce globe par la ligne droite MNC.

Toutes ces directions sont perpendiculaires aux nouveaux milieux : donc, dans le mouvement perpendiculaire aux nouveaux milieux, il n'y a aucun changement de direction, aucune réfraction.

La raison en est, que dans la direction perpendiculaire à un nouveau milieu, toutes les parties de l'obstacle opposent une résistance égale en tout sens au mouvement. Donc le Mouvement du Mobile, ne doit être détourné & infléchi en aucun sens : donc ce mouvement doit continuer dans sa première direction, jusqu'à ce que la résistance plus ou moins grande de l'obstacle ou du milieu qu'il pénètre, & auquel il se communique, l'ait entièrement absorbé. C. Q. F. D.

## R E G L E II.

406. Quand un Mobile passe obliquement d'un Milieu plus facilement pénétrable, dans un milieu plus difficilement pénétrable : sa Direction se réfracte au passage, en s'éloignant de la Perpen-

diculaire menée dans le nouveau milieu. (Fig. 36 ).

DÉMONSTRATION. I°. Qu'un mobile A passe de l'air dans l'eau avec une vitesse quelconque, dans la direction AM en partie horizontale AV, & en partie centrale AB (354). Le Mobile, au lieu de suivre sa première direction AMP, prendra une autre direction AMD, en s'éloignant de la Perpendiculaire MN.

La raison en est, qu'à l'instant où le Mobile atteint l'eau en M avec un mouvement en partie parallèle & en partie perpendiculaire à la surface de l'eau : le *Mouvement parallèle* MH ne rencontre pas plus d'obstacle qu'auparavant, puisque le mobile est encore tout entier dans l'air ; au lieu que le *Mouvement perpendiculaire* MN rencontre un obstacle qui lui résiste huit ou neuf cents fois plus que ne lui résitoit un égal volume d'air. Le mouvement perpendiculaire MN doit donc être diminué & affoibli au point de contact : tandis que le mouvement parallèle MH reste le même.

Or le mouvement parallèle restant le même, & le mouvement perpendiculaire étant affoibli au point de contact : ces deux *Forces conspirantes* prennent un nouveau rapport ; & le Mobile, en entrant dans l'eau, obéissant aux deux forces qui le meuvent, doit se porter davantage du côté de la force MH, qui est devenue prédominante par l'affoiblissement de sa rivale.

Quand le Mobile est totalement enfoncé dans l'eau, il lui reste encore une partie de son mouvement perpendiculaire MN, & une partie un peu plus grande de son mouvement parallèle MH ; & comme alors l'eau oppose une égale résistance à ces deux forces, le mobile, livré aux deux forces conspirantes qui lui restent, parcourt dans ce nouveau milieu, la diagonale MD d'un parallélogramme construit sur la direction & sur le rapport des deux Forces résistantes. (345).

II°. Si le nouveau Milieu BTXK, au lieu d'être un volume d'eau, étoit une masse d'argille humide ; & que le mobile A fût une balle tirée dans la direction AM : on démontreroit par la même expérience & par la même théorie, que la balle, en pénétrant ce milieu, s'éloignera de la Perpendiculaire MN, en prenant une nouvelle direction MD plus ou moins éloignée de la perpendiculaire, selon la plus ou moins grande résistance du milieu.

La même démonstration aura lieu ; soit que la surface TMB soit parallèle à l'horison, soit qu'elle lui soit inclinée ou perpendiculaire : pourvu que la direction AB de la balle fasse le même angle d'incidence AMB, sur la surface du nouveau milieu.

III°. Si le nouveau Milieu est un *Globe de cire ou d'argille* N: une balle tirée dans la direction oblique MDH, s'écarte de la perpendiculaire DN, & prend la direction DE. (Fig. 37).

La raison en est, que la balle, en heurtant le globe en D, est animée de deux mouvemens, dont l'un DH la sollicite à s'enfoncer dans le globe; & l'autre BDG la sollicite à s'écarter du centre du globe. Le premier mouvement, à l'instant du contact, éprouve la résistance du globe: tandis que le second n'éprouve encore que la résistance de l'air. La balle doit donc infléchir son mouvement dans la direction de la force DG, qui se trouve moins affoiblie: la balle prendra donc la direction DE, qui l'écarte de la Perpendiculaire DN.

Donc quand un Mobile passe obliquement d'un milieu moins résistant, dans un autre milieu plus résistant, quelles que soient la nature & la position de ce nouveau milieu: le Mobile doit toujours s'éloigner de la Perpendiculaire menée dans ce nouveau milieu. C. Q. F. D.

### REGLE III.

407. *Quand un Mobile passe obliquement d'un Milieu plus difficilement pénétrable, dans un autre milieu plus facilement pénétrable: sa Direction se réfracte au passage, en s'approchant de la Perpendiculaire menée dans le nouveau milieu.* (Fig. 36).

DÉMONSTRATION. Cette proposition est l'inverse de la précédente, & elle est fondée sur les mêmes principes: comme il est facile de le faire voir.

I°. Soit BTXK, un parallélopède d'argille humide, suspendu en l'air dans une direction parallèle ou perpendiculaire ou oblique à l'horison. Qu'un Mobile quelconque, par exemple, une balle de fusil, mu dans la direction AM, soit parvenu en D, où il va passer de l'argille dans l'air. Il conste par l'expérience, que ce mobile, au lieu de continuer sa route dans la direction MDR, prend la direction DS, en s'approchant de la Perpendiculaire DC.

Pour saisir la raison de cette inflexion MDS: considérons le Mobile en D, dans cet instant où il est à moitié dans l'argille & à moitié dans l'air. Le mobile arrivé en D, par la ligne MD, est animé d'un double mouvement DX, DC. En vertu de ce *double Mouvement*, il parcourroit la ligne DR: si ces deux mouvemens restoient dans la même proportion.

Mais quand le Mobile est en D, l'argille résiste encore à son mouvement DX: tandis que l'air seul résiste à son mou-

ment D C. Le premier mouvement sera donc détruit en plus grande partie, que le second. Supposons le mouvement D X diminué par la résistance de l'argille, de la quantité X F. Le mobile, livré aux deux forces restantes D F & D C, doit décrire la diagonale D S, au lieu de la ligne D R; & par là même, le mobile doit s'approcher de la *Perpendiculaire* D C, menée du point de passage D, dans le nouveau milieu.

II°. Par la même raison, *une Balle* mue dans un globe d'argille dans la direction D E R, prend la direction E K, en passant de l'argille dans l'air; & s'approche de la *perpendiculaire* E F. La balle, à moitié dans l'argille & à moitié dans l'air, est plus arrêtée par l'argille que par l'air: elle doit donc se mouvoir, en se portant davantage du côté de la Force qui est le moins affoiblie, ou du côté où elle éprouve moins de résistance. (Fig. 37).

Donc, quand un Mobile passe obliquement d'un milieu plus résistant, dans un autre milieu moins résistant, quelles que soient & la nature & la position de ce milieu: le Mobile doit toujours infléchir son mouvement, en s'approchant de la *Perpendiculaire* menée dans le nouveau milieu. C. Q. F. D.

#### RÉFRACTION DE LA LUMIERE.

408. OBSERVATION. La Lumière est soumise aux mêmes *Loix générales de réfraction*, que les autres corps: puisque ces loix ne sont qu'une conséquence & une application des loix générales du mouvement, que nous avons établies & démontrées précédemment. Il y a cependant cette différence remarquable entre la Lumière & les autres Corps; savoir, que certains Milieux plus difficilement pénétrables aux autres corps, sont plus facilement pénétrables à la Lumière.

Par exemple, l'eau est un milieu plus facilement pénétrable à la lumière, que l'air: l'air qui avoisine la surface de la Terre, est un milieu plus facile & moins résistant, pour la lumière, que l'air immensément plus raréfié qui termine l'Atmosphère loin du globe terrestre. D'où il résulte que la *Réfraction de la Lumière*, doit se faire en des sens opposés à la *réfraction des autres Corps*. Par exemple. (Fig. 36):

I°. Il consiste par l'expérience, que si *une Balle A* passe de l'air dans l'eau, avec la direction oblique A M: cette balle, au lieu de suivre la ligne droite A M P, infléchit en M sa direction A M D, en s'éloignant de la *Perpendiculaire* M N: parce que l'eau est pour la balle en M, un milieu plus résistant que l'air.

II°. Il consiste également par l'expérience, que si un *Ballon*

ou un *Rayon de lumiere*  $A$  passe de l'air dans l'eau, avec la direction oblique  $AM$ : ce rayon ou ce ballon de lumiere, au lieu de suivre la ligne droite  $AMP$ , infléchit en  $M$  sa direction  $AMO$ , en s'approchant de la Perpendiculaire  $MN$ : parce que l'eau est pour le ballon de lumiere en  $M$ , un milieu plus facile & moins résistant que l'air; quelle que soit la cause de cette moindre résistance.

Ainsi la théorie du mouvement réfracté est la même pour tous les corps. Mais les résultats de cette théorie ne sont pas les mêmes dans la Lumiere & dans les autres Corps: parce que certains milieux pénétrables, qui résistent plus aux autres corps, résistent moins à la lumiere.

409. REMARQUE. Un Chasseur qui tire un coup de fusil contre un poisson dans l'eau, manque toujours son coup, s'il n'a pas égard à la Réfraction: puisque si le poisson est immobile en  $P$ , & que le chasseur dirige son coup selon la ligne  $AMP$ , la balle doit aller nécessairement en  $D$ .

Les Principes que nous venons d'établir sur la Réfraction du mouvement, sont la base & le fondement de la *Dioptrique*: science qui a pour objet la marche de la Lumiere réfractée, dans l'air, dans l'eau, dans les différens miroirs. Nous en avons donné un traité à part, dans notre Cours complet de Physique.

Après avoir considéré le *Mouvement en lui-même*: il nous reste à le considérer dans les Machines qui servent ou à l'augmenter ou à le diminuer à l'infini. Tel va être l'objet du *Traité* suivant.





# ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE.

## CINQUIÈME TRAITÉ.

### THÉORIE DU MOUVEMENT DANS LES MACHINES, OU LA MÉCANIQUE.

410. DÉFINITION. **L**A Mécanique est une science qui apprend à augmenter ou à diminuer à l'infini les Forces motrices, par le moyen de certaines Machines qu'elle applique au mouvement.

L'objet de cette Science est de faire en sorte que la plus petite force devienne capable d'égaliser, ou de vaincre la plus grande résistance : de faire en sorte, par exemple, qu'un poids d'une livre, élève ou tienne en équilibre un poids de tant de livres qu'on voudra

Nous allons examiner dans ce cinquième Traité, quels sont les Principes physico-mathématiques de la Mécanique ; quelle quantité d'action doit produire chaque Machine en particulier ; quelle quantité de Résistance peut & doit naître des Machines elles-mêmes.

### PREMIÈRE SECTION.

#### PRINCIPES PHYSICO-MATHÉMATIQUES DE LA MÉCANIQUE.

**C**OMME la *Gravitation des Corps*, est une des Forces motrices que l'on fait agir le plus communément dans la Mé-

chanique: l'examen de cette force & du centre commun de son action, ne paroît point étranger à la théorie de la Mécanique.

GRAVITATION DES CORPS.

411. OBSERVATION. Tous les Corps terrestres, homogènes ou hétérogènes, gravitent ou tendent à se porter vers le centre de la Terre, dans des directions toujours & par-tout perpendiculaires à l'horison (247); & leur force gravitante est proportionnelle à la quantité de matière qu'ils renferment.

Une livre d'eau & une livre de plomb, malgré la différence de leur nature & de leur densité, tendent vers le centre de la Terre, avec une force précisément égale: parce que la livre d'eau, sous son plus grand volume, ne contient qu'une quantité de parties gravitantes, égale à la quantité de parties gravitantes que renferme la livre de plomb sous son plus petit volume.

I°. Quoique la gravité ou la pesanteur des Corps devienne plus grande, à mesure qu'ils s'approchent du centre de la Terre; cependant comme cette différence de gravité n'est sensible, qu'autant que la différence de distance au centre de la Terre, est très-considérable (364): il s'ensuit qu'un Corps doit avoir sensiblement la même gravité & le même poids, à toutes les hauteurs & à toutes les profondeurs, où nous pouvons le faire agir sur des Machines.

II°. Dans un Grave quelconqué, chaque partie gravitante a sa gravitation à part: en vertu de laquelle elle tend à se précipiter en ligne droite, avec un mouvement accéléré, vers le centre de la Terre. Par exemple, (Fig. 38):

Si le point C est pris pour le centre de la Terre: les corps A, B, D, F, G, placés sur sa surface, tendent chacun à se précipiter en C, par les lignes convergentes FC, BC, AC, DC, GC. Mais comme la distance FC, GC, du centre de la Terre à sa surface, est immensément grande par rapport à la distance FG de quelques toises: il s'ensuit que la convergence des lignes FC, GC, dans les petites distances Fm, Gn où nous pouvons les mesurer & les comparer, doit être sensiblement nulle; & que les lignes FC, GC, peuvent être prises pour parallèles.

De sorte que si les deux Corps F & G, tombant dans un profond abîme, s'approchoient du centre de la Terre de quelques centaines de pieds, en vertu de leur gravité: ils décriroient deux lignes Fm, Gn, mathématiquement convergentes, mais sensiblement parallèles: parce que la quantité infiniment petite dont ces deux lignes s'approcheroient

dans une longueur de quelques centaines de pieds, seroit toujours imperceptible.

Si on suppose que les centres des deux corps F & G, soient éloignés de 25 toises; & que leurs lignes de gravitation, soient prolongées jusqu'en  $mn$  à 100 toises de profondeur: on trouvera par le calcul, en comparant les deux triangles semblables  $FCG$ ,  $mCn$ , que ces deux lignes ne se font rapprochées l'une de l'autre en  $mn$ , que d'un peu moins d'un vingt quatrième de pouce; que d'un peu moins d'une demi ligne.

Ainsi les lignes  $FC$  &  $GC$ , quoique mathématiquement convergentes, peuvent & doivent être réellement regardés, dans la théorie & dans la pratique de la Méchanique, comme parallèles entre elles.

III°. Quoique toutes les parties gravitantes d'un Corps; aient chacune leur tendance à part vers le centre de la Terre: cependant, comme dans les Corps solides, toutes ces parties sont adhérentes l'une à l'autre; leur gravitation commune se réunit nécessairement dans une même ligne de direction, dans la ligne  $AMN$  où se trouve le centre commun de toutes les parties gravitantes. (Fig. 40).

Par exemple, dans le Globe solide  $M$ : chaque molécule  $a$  sa gravitation à part, en vertu de laquelle elle tend à se précipiter perpendiculairement sur le Plan horizontal  $HK$ , en s'approchant du centre de la Terre. Mais comme toutes ces molécules sont adhérentes les unes aux autres; la molécule  $F$  ne peut descendre, sans que la molécule  $G$  monte leurs forces égales & opposées se détruisent (344); & leur effort commun contre le Plan & vers le centre de la Terre, se fait comme si toute leur action étoit dans la ligne  $AN$  qui passe par le centre de gravitation.

De sorte que si la ligne  $AMN$  est arrêtée par le Plan: toutes les parties adhérentes du globe  $M$  étant de part & d'autre réciproquement en équilibre, le globe doit rester en repos.

IV°. La même théorie & le même effet aura lieu: si le Globe  $M$  est un globe creux, rempli d'un Liquide. Toutes les molécules opposées  $F$  &  $G$ ,  $B$  &  $D$ , du Liquide, ont une gravitation égale & opposée, qui se détruit réciproquement, & qui se convertit en une force commune par la ligne  $AMN$ .

Il n'en seroit pas de même, si le globe creux venoit à se casser. Chaque molécule du Liquide, reprendroit sa gravitation isolée; & se porteroit, indépendamment des autres, par sa ligne  $FH$ ,  $GK$ , vers le centre de la Terre.



## CENTRES DE GRAVITÉ, DANS LES CORPS.

412. DÉFINITION I. On nomme *Centre de gravité*, dans un Corps, un point dans lequel ce corps seroit divisé en tous sens par un plan, en deux parties d'égale pesanteur. Par exemple, (Fig. 40):

I°. Le centre de gravité dans un *Globe homogène*, est le centre même du globe; ou le point également éloigné de toutes les parties de la surface.

Dans un Cube homogène, le centre de gravité est le centre même du cube, ou le point également éloigné des six surfaces.

II°. Dans un *Globe hétérogène*, dont un hémisphère A F N seroit de bois, & l'autre hémisphère A G N seroit de plomb: le centre de gravité ne seroit point le centre même du globe, mais un point C, écarté du centre, du côté de l'hémisphère plus pesant.

On doit entendre la même chose d'un Cube, de toute autre Figure régulière, composée de matières de différente densité.

III°. Dans un *Corps homogène quelconque*, le centre de gravité est un point par où ce corps seroit divisé en deux parties égales dans ses trois dimensions. (Fig. 35).

Par exemple, si le canon E M est divisé en deux parties égales par un plan D O M D, par un autre plan E n M E, par un autre plan r s r: le point a, où s'entrecouperent ces trois plans perpendiculaires entre eux, sera le centre de gravité du canon E M.

413. DÉFINITION II. On nomme *Ligne de gravitation*, une ligne droite menée du centre de gravité vers le centre de la Terre, où tendent naturellement tous les Graves. Par exemple, (Fig. 41):

Les lignes A H, B K, sont les lignes de gravitation des corps H & K; lignes mathématiquement convergentes (411), mais sensiblement & physiquement parallèles entre elles. De même (Fig. 55, 56, 57),

Les lignes A R, C P, sont les lignes de gravitation des corps R & P, dont le centre de gravité est en R & en P.

414. AXIOME I. Un Corps demeure en repos; quand son centre de gravité est arrêté ou suspendu: puisque toutes les autres parties de ce corps étant en tous sens en équilibre autour de ce point immobile, leurs forces égales & opposées doivent nécessairement se détruire. (Fig. 40).

415. AXIOME II. Un Corps tombe ou descend; quand son

centre de gravité n'est point empêché de s'approcher du centre de la Terre : puisque la gravité, résidante dans ce centre, est une puissance nécessaire, qui produit toujours son effet ; quand un obstacle invincible ne détruit point son action.

416. APPLICATION. I<sup>o</sup>. Un globe M posé sur un plan horizontal H K, demeure immobile : parce que sa gravité, qui seule pourroit le mouvoir, est toute réunie dans le centre M ; & que ce centre est arrêté par le rayon qui porte sur le plan & qui se trouve dans la ligne de gravitation. (Fig. 40).

II<sup>o</sup>. Un globe R, posé sur un plan incliné A B, doit tomber en roulant sur son centre R : parce que la gravité, résidente en R, sollicite sans cesse ce globe à descendre avec un mouvement accéléré, par la ligne de gravitation R B qui n'est point arrêtée & soutenue par le plan. (Fig. 51).

III<sup>o</sup>. Un Corps à surface plane & parfaitement polie, posé sur un Plan incliné & parfaitement poli, descendra en glissant sur ce plan : parce que la gravité, résidente en M, sollicite sans cesse ce corps à s'approcher du centre de la Terre ; & qu'elle peut obtenir son effet, en portant le mobile de M en N. Rien ne résiste à ce mouvement M N, que le frottement, lequel n'est pas toujours assez considérable pour détruire toute l'action de la gravité. (Fig. 47).

IV<sup>o</sup>. L'Eau qui coule dans les Rivières, ne doit son mouvement qu'à la gravité résidente dans tous ses éléments défunis : gravité qui les fait rouler ou glisser, dans le sens où ils peuvent le plus s'approcher du centre de gravitation, ou du centre de la Terre.

417. REMARQUE. Dans le Corps humain, le centre de gravité se trouve à peu près dans le milieu de ses trois dimensions ; dans une Ligne perpendiculaire à l'horison, & dans un point de cette ligne, un peu plus près de la tête que des pieds. Cette ligne est sa ligne de gravitation. (Fig. 69).

I<sup>o</sup>. Quand le Centre de gravité A se trouve dans la ligne droite F H qui, menée au centre de la Terre, passe par la base sur laquelle porte le Corps humain, il n'y a point de chute : parce que le centre de gravité étant appuyé & arrêté, il n'y a point de gravité qui sollicite le corps à tomber en aucun sens (414).

Dans le Corps humain, la base opposée à sa gravité, est la plante de ses pieds, quand il est droit ; son siège, quand il est assis ; son lit, quand il est couché. Dans un Vieillard courbé, qui marche en s'appuyant sur un bâton, la base opposée à sa gravité, est l'espace intercepté entre sa jambe droite, son bâton & sa jambe gauche. Dans les Quadrupes :

des, cette base est l'espace intercepté entre leurs quatre pieds.

II°. Quand le *Centre de gravité* se trouve dans une ligne droite qui, menée au centre de la Terre, passe hors de la base sur laquelle est appuyé le Corps humain, la chute est inévitable : parce que le centre de gravité n'étant point arrêté & soutenu ; la gravité, résidente dans ce centre, tend nécessairement vers son terme, & y porte irrésistiblement le corps où elle réside.

III°. Quand on marche : le centre de gravité se porte alternativement d'un pied sur l'autre. Un faux pas menace-t-il le Corps humain d'une chute rapide ? L'Âme s'efforce à l'instant, par un instinct ineffable, de rétablir l'équilibre : en portant le *centre de gravité* vers le côté opposé à la chute ; vers le côté où le centre de gravité pourra se trouver dans la *Ligne de gravitation* qui passe par la plante des pieds.

IV°. Il est facile, d'après cette théorie, d'expliquer pourquoi un homme qui a les talons appuyés contre un mur, ne peut, sans tomber, prendre, en se courbant, une pièce d'argent placée à terre, à un ou deux pieds devant lui. La raison en est, que cet homme ne peut se courber : sans que sa *Ligne de gravitation*, passe hors de la plante de ses pieds, où son centre de gravité cesse d'être appuyé & soutenu.

Si ses pieds n'étoient pas appuyés contre un mur ; il pourroit, en se courbant, infléchir son corps en partie en avant & en partie en arrière, & laisser son centre de gravité dans une ligne de gravitation qui passeroit entre la plante de ses pieds : au lieu que le mur s'opposant à cette inflexion, qui produiroit l'équilibre, il ne peut se courber sans perdre l'équilibre, sans porter son centre de gravité hors du point d'appui, sans tomber.

#### PUISSANCE ET RÉSISTANCE, DANS LA MÉCANIQUE.

418. DÉFINITION I. On nomme *Puissance*, dans la Mécanique, une Cause motrice quelconque, animée ou inanimée, dont l'effort meut ou tend à mouvoir un corps (343). La force d'une puissance mécanique, se divise en force absolue & en force relative.

I°. On nomme *Force absolue* d'une Puissance, l'activité qu'elle a par elle même, sans le secours d'aucune machine.

II°. On nomme *Force relative* d'une Puissance, l'activité qu'elle a par le moyen de la machine avec laquelle elle agit.

La force absolue d'un *Poids d'une livre*, est toujours une pesanteur d'une livre, capable de détruire une pesanteur opposée d'une livre.

Mais ce Poids d'une livre, par le moyen d'un très-long levier, peut faire équilibre avec un poids de 100 livres, de 1000 livres; & alors, sa Force absolue restant toujours la même, sa Force relative devient 100 fois ou 1000 fois plus grande. (265 & 272). Nous ferons usage de cette distinction, dans la théorie de toutes les Machines.

419. DÉFINITION II. On nomme *Résistance*, dans la Mécanique, une Force quelconque qui s'oppose au mouvement qu'on veut imprimer à un corps; soit pour le déplacer, soit pour le diviser. Cette résistance du Corps à mouvoir, a pour cause, ou sa force d'inertie, ou l'adhérence de ses parties, ou sa gravité, ou l'action d'une puissance opposée, ou tout cela à la fois.

Comme la Puissance & la Résistance ont également une *Action réelle & positive*: quand on compare l'action de ces deux forces, on donne souvent à l'une & à l'autre le nom commun de *Puissances*; en disant, par exemple, les deux puissances sont entre elles comme leurs distances au point d'appui; ou en raison inverse de leurs distances au point d'appui.

420. DÉFINITION III. Une *Force mécanique* est le produit d'une masse par une vitesse effectuée ou qui tend à s'effectuer. Comme la vitesse est toujours le quotient de l'espace divisé par le tems (262):

I°. Si la Puissance & la Résistance se meuvent conjointement, leurs vitesses seront comme les espaces parcourus. La vitesse de la puissance, fera à la vitesse de la résistance: comme l'espace parcouru par la première, est à l'espace parcouru par la seconde.

II°. Si la Puissance & la Résistance ne se meuvent pas réellement, mais tendent simplement à se mouvoir: il faut estimer leur vitesse initiale, ou leur tendance à la vitesse, par l'espace qu'elles parcourroient chacune en tems égal; si le mouvement avoit lieu dans l'une & dans l'autre.

#### THÉORÈME FONDAMENTAL.

421. Deux Corps ont une égale force motrice & demeurent en équilibre: quand leurs mouvemens étant opposés, le produit de la masse par la vitesse dans l'un, est égal au produit de la masse par la vitesse dans l'autre.

DÉMONSTRATION. Deux Corps n'ont d'action l'un sur l'autre, qu'en vertu de leur mouvement effectué ou tendant à s'effectuer (420). Donc, quand les mouvemens sont égaux & opposés, aucun des deux ne doit vaincre, aucun des deux ne doit être vaincu: donc les deux corps doivent

rester en équilibre ; c'est à-dire, en égalité d'action opposée, & en repos.

Or il y a égalité de mouvement dans deux Corps ; quand le produit de la masse par la vitesse effectuée ou qui tend à s'effectuer, est égal dans l'un & dans l'autre : puisque la quantité de mouvement, ou la quantité de force motrice des corps, est toujours le produit de leur masse par leur vitesse (269). Donc ces Corps doivent demeurer en équilibre & en repos. C. Q. F. D.



## SECONDE SECTION.

### LES DIFFÉRENTES MACHINES.

422. DÉFINITION. **O**N nomme *Machines*, toutes sortes d'instrumens propres à augmenter ou à diminuer le mouvement. Il y a six *Machines simples*, le levier, la poulie, le tour, le plan incliné, la vis, le coin.

De ces six *Machines simples*, se forment une foule de *Machines composées* ; qui ne sont qu'une combinaison des machines simples entre elles, ou qui ne sont qu'un assemblage de plusieurs machines simples, assorties & combinées ensemble pour faire un effort commun contre une même résistance.

Les six *Machines simples*, que nous venons de nommer, ne sont même dans le fond, que six différentes combinaisons d'une seule & unique machine, du *Levier* ; & c'est sous ce simple point de vue, que nous les montrerons successivement l'une après l'autre, dans la théorie que nous allons en donner.

Par-là, la Méchanique se trouvera réduite à un seul & même Principe, à l'action du *Levier* différemment modifié & combiné. Il est donc de la dernière importance de bien faire connoître l'action du *Levier*.

---

## ARTICLE PREMIER.

### THÉORIE DU LEVIER.

423. DÉFINITION. **L**A plus simple de toutes les machines, le *Levier*, peut être considéré, ou mathématiquement, ou physiquement. (Fig. 41).

I<sup>o</sup>. Le Levier, considéré mathématiquement, n'est autre chose qu'une ligne droite & sans pesanteur  $ADB$ , destinée à régler les distances de la Puissance & de la Résistance, au point d'appui  $D$ .

II<sup>o</sup>. Le Levier, considéré physiquement, est une ligne solide & inflexible  $ADB$ , destinée à mouvoir ou à soutenir des poids  $AH$  &  $BK$ , sur un même point d'appui  $D$ . Ce que cette ligne solide  $ADB$  se trouve avoir de pesanteur propre, doit être considéré comme faisant partie des deux forces opposées  $H$  &  $K$ . Ainsi la pesanteur  $DA$  du levier, fait partie de la Puissance  $H$ ; & la pesanteur  $DB$  du même levier, fait partie de la Puissance ou Résistance  $K$ .

424. DIVISION. On distingue trois genres de Levier, par les trois différentes positions que peut avoir la puissance qui agit par le moyen du levier, relativement au point d'appui.

I<sup>o</sup>. On nomme *Leviers du premier genre*, ceux où le point d'appui  $A$  est entre la puissance  $P$ , & la résistance  $R$ . (*Fig. 43*).

II<sup>o</sup>. On nomme *Leviers du second genre*, ceux où la résistance  $R$  est entre la puissance  $P$ , & le point d'appui  $A$ . (*Fig. 44*).

III<sup>o</sup>. On nomme *Leviers du troisième genre*, ceux où la puissance  $P$  est placée entre la résistance  $R$ , & le point d'appui  $A$ . (*Fig. 45*).

425. REMARQUE. Il est à propos de faire ici, au sujet du Levier, deux petites observations préliminaires, d'où dépend en partie, la théorie que nous allons en donner.

I<sup>o</sup>. Dans le Levier, le *Point d'appui*, est le centre du mouvement, tant de la Puissance que de la Résistance. (*Fig. 41*).

Si le point  $A$  se mouvoit autour du point d'appui  $D$ : le point  $A$  parcourroit l'arc  $AF$ , dans le même tems que le point  $B$  parcourroit l'arc  $BC$ . Ces arcs sont entre eux comme leurs rayons, ou comme les leviers  $DA$ ,  $DB$ : les vitesses sont donc aussi dans le même rapport, comme les rayons ou comme les leviers.

La même observation regarde les trois genres de Leviers: la Puissance & la Résistance y ont toujours le Point d'appui, pour centre commun de leurs mouvemens égaux ou inégaux.

II<sup>o</sup>. Le Levier du premier genre a la propriété de rendre *diamétralement opposée*, l'action de deux Corps qui luttent l'un contre l'autre en vertu de leur pesanteur. Par exemple, le corps  $H$ , en tendant à s'approcher du centre de la terre, tend à élever le corps  $K$  vers le zenith: ces deux directions sont diamétralement opposées.

L'action d'une Puissance peut être, ou dans une *direction perpendiculaire*, ou dans une *direction oblique* au levier. Nous allons examiner séparément ces deux sortes d'action.

---



---

PARAGRAPHE PREMIER.

ACTION PERPENDICULAIRE AU LEVIER.

426. THÉORÈME. *IL y a équilibre entre deux Puissances ; dont l'action est perpendiculaire au Levier : quand leur action étant opposée, leurs masses ou leurs forces absolues sont en raison inverse de leur distance au point d'appui. (Fig. 41).*

DÉMONSTRATION. Il doit y avoir équilibre & repos, quand les deux Forces motrices sont égales & opposées : or tel est le cas des deux Forces dont il est ici question.

Car, d'un côté la force  $H = 1$ , tend à se mouvoir par le rayon ou levier  $DA = 3$  ; de l'autre côté la force  $K = 3$ , tend à se mouvoir par le rayon  $DB = 1$ .

Par la disposition du levier, la force  $1 \times 3 = 3$ , est opposée à la force  $3 \times 1 = 3$  : donc ces deux forces égales & opposées doivent se détruire réciproquement : donc il doit y avoir équilibre entre ces deux puissances  $H$  &  $K$ .

La même démonstration aura lieu pour tout autre cas, où les masses feront en raison inverse des distances. C. Q. F. D.

REGLE UNIQUE.

427. *Quand une Puissance agit par le moyen d'un levier, dans une direction perpendiculaire au levier : sa force relative est à sa force absolue ; comme sa distance au point d'appui, est à la distance de la puissance opposée, au même point d'appui. (Fig. 41).*

DÉMONSTRATION La force d'une Puissance étant le produit de sa masse par sa vitesse : il s'ensuit que la masse restant la même, cette force croit & décroît comme la vitesse. Or la vitesse, effectuée ou tendante à s'effectuer, croit & décroît comme la distance au point d'appui. (425). Donc la force d'une puissance croit & décroît comme sa distance au point d'appui.

Donc un poids d'une livre, placé sur le levier  $DA$  au point 1, aura une force comme 1 ; au point 2, une force comme 2 ; au point 3, une force comme 3 ; & ainsi de suite à l'infini. C. Q. F. D.

428. REMARQUE I. On conçoit, par cette théorie, com

ment on pourroit résoudre le fameux *Problème métaphysique d'Archimede*. Donnez-moi un Point fixe hors de la Terre, disoit ce grand Mécanicien ; & j'enlèverai le globe terrestre. (*Fig. 41*).

Si on avoit un point fixe D hors de la Terre, & un levier immense & sans pesanteur BA : en suspendant d'un côté la Terre K très-près du point d'appui ; & de l'autre côté, à une distance immense, un boulet de canon H ; en telle sorte que la distance AD du boulet au point d'appui, excédât plus la distance BD de la terre au point d'appui, que la masse de la terre n'excede la masse du boulet : la Terre seroit enlevée par le boulet. Car le produit de la masse par la vitesse dans le boulet, seroit plus grand que le produit de la masse par la vitesse dans la terre.

429. REMARQUE II. Comme la Force naturelle & absolue d'une Puissance, augmente ou diminue dans le Levier : il est à propos d'examiner en quels cas elle doit augmenter ou diminuer. (*Fig. 43*).

I°. Dans le *Levier du premier genre*, la force naturelle & absolue d'une Puissance, par exemple, d'un homme, d'un cheval, d'un poids de dix livres, augmente : quand la puissance est plus éloignée du point d'appui, que la résistance. La force naturelle & absolue de la puissance diminue, quand la puissance est plus près du point d'appui que la résistance. La force naturelle & absolue ne croît ni ne diminue, quand la puissance & la résistance sont à une égale distance quelconque du point d'appui.

II°. Dans le *Levier du second genre*, la force naturelle & absolue de la puissance a toujours une augmentation : parce que la puissance est toujours plus éloignée du point d'appui, que la résistance. (*Fig. 44*).

La main P qui soutiendrait un poids de 100 livres par sa force absolue, soutiendra un poids de 200 livres par sa force relative : quand elle sera deux fois plus éloignée du point d'appui, que la résistance ; & ainsi du reste.

III°. Dans le *Levier du troisième genre*, la force naturelle & absolue de la puissance, est toujours diminuée : parce que la puissance est toujours plus près du point d'appui, que la résistance. (*Fig. 45*).

La main P, qui soutiendrait un poids de 100 livres en P par sa force absolue, ne soutiendra plus qu'un poids de 50 livres : quand ce poids sera à une distance double du point d'appui.

430. REMARQUE III. Quand deux Corps sont suspendus



perpendiculairement aux deux bras d'un levier du premier genre, (Fig. 41) :

I°. *S'il y a équilibre* ; le Point d'appui supporte toute la gravité ou tout le poids des deux corps : puisque cette gravité subsiste toujours, & que son effort se porte nécessairement contre l'obstacle qui l'arrête.

Si le corps K pèse trois livres, & le corps H une livre : l'appui D supporte quatre livres, outre le poids propre du levier.

Quoique le corps H d'une livre, fasse équilibre avec le corps K de trois livres ; il ne s'ensuit pas que le corps H fasse une pression de trois livres sur le point d'appui D : parce que le corps H ne fait équilibre avec le corps K, qu'en vertu de sa force relative ; & que le point d'appui, centre immobile du mouvement, est indépendant des forces relatives, produites par la différence des vitesses. Ce point d'appui n'est donc pressé que par les forces absolues.

II°. *S'il n'y a pas équilibre* ; le Point d'appui supporte tout le poids du corps qui monte, & une partie du poids du corps qui descend, égale au poids du corps qu'il enlève.

L'excès de force gravitante du corps qui descend, ne lutte point contre le point d'appui : puisque son action est employée à faire descendre ce corps, lequel descend ou tend à descendre avec une force proportionnelle à cet excès de pesanteur.

Quand deux corps d'inégale pesanteur sont posés sur les deux bassins d'une balance : la main qui élève le corps plus pesant, ne lutte que contre son excès de pesanteur. Par exemple, si l'un des deux corps pèse 30 livres, & l'autre 40 : la main ne leve & ne supporte que le poids de 10 livres.

431. REMARQUE IV. Soit un Levier AB, appuyé sur deux Points immobiles ou mobiles A & B ; & un corps R, qui lutte perpendiculairement contre ce levier. (Fig. 46).

I°. Si le corps ou le poids R est également éloigné des deux points d'appui ; ce Poids presse ou charge également ces deux points A & B.

Et si ces deux points sont deux Puissances actives, par exemple, deux hommes ou deux chevaux, par qui soit soutenu ou transporté le corps R : ces deux puissances éprouvent une égale résistance.

II°. Mais si la résistance ou le poids R est plus près du point A, que du point B : les Pressions en A & en B, sont en raison inverse de leurs distances à la résistance CR.

Pour en faire la raison, considérons le point A & le point B, comme tendant à élever ou à entraîner le corps R. Le

point B fera une puissance qui agira par un levier BC, tandis que le point A fera une puissance qui agira par le levier AC. Supposons la distance BC, deux fois plus grande que la distance AC: la puissance B, aidée d'un *Levier deux fois plus grand* que le levier de la puissance A, aura deux fois plus de facilité & deux fois moins de résistance & de pression que la puissance A.

La pression ou la résistance en A, sera donc à la pression ou à la résistance en B, comme la distance CB est à la distance CA. La pression sera donc de part & d'autre, *en raison inverse* des distances à la résistance CR.

III°. Cette théorie est pratiquement connue des personnes même les moins éclairées. Deux Porte-faix n'ignorent point que s'ils transportent un fardeau suspendu à une barre appuyée sur leurs épaules, ils seront chargés également, quand le poids sera placé à égale distance de l'un & de l'autre; & que si la distance est inégale, l'un des deux sera d'autant plus chargé, qu'il sera plus près du poids.

De même, un Charretier, qui a deux chevaux ou deux mulets d'inégale force, sait qu'il faut placer le plus foible un peu plus loin de la ligne de trait: afin que la résistance du fardeau, lutte en plus grande partie contre le plus fort.

#### LA BALANCE COMMUNE.

432. APPLICATION I. La *Balance commune* est un levier du premier genre. Le centre C de la charnière CD, est le point d'appui: les deux parties égales CA & CB du fléau AB, sont le levier de la puissance & de la résistance. On peut regarder comme puissance, le poids connu; & comme résistance, le corps dont on cherche le poids. (Fig. 48).

Pour qu'une balance soit juste & exacte: il faut que les deux bassins soient d'égale pesanteur; que les deux bras CA & CB du fléau, soient également longs & également pesans dans toutes leurs distances égales du point d'appui; & que le fléau soit bien mobile dans sa charnière & autour de l'essieu qui lui sert d'appui.

I°. Si l'un des bras CA se trouve plus long d'un dixième, & que l'autre bras CB se trouve plus pesant d'un dixième; il y aura équilibre, quand la balance sera vuide: parce qu'il y aura de part & d'autre un égal produit de la masse par la vitesse. (426).

Mais si l'on met un poids de 9 livres, sur le bassin plus éloigné du point d'appui; il fera équilibre avec un poids de 10 livres, posé sur le bassin moins éloigné du point d'appui: parce que les forces motrices seront de part & d'autre  $9 \times 10 = 10 \times 9$ .

On voit par-là comment la fraude peut abuser d'une balance à bras inégaux. En mettant la marchandise qu'elle achete sur le bras plus court, elle prendra dix livres sur le pied de neuf; & en mettant la marchandise qu'elle vend, sur le bras plus long, elle livrera neuf livres sur le pied de dix. (Fig. 41 & 48).

II°. Pour s'assurer qu'une Balance n'est point frauduleuse: il faut mettre sur les deux bassins, qui sont toujours en équilibre quand ils sont vuides, deux poids quelconques qui fassent équilibre, & faire changer de place aux deux poids.

Si l'équilibre reste, la balance est exacte: puisque les deux poids, en changeant de bassin, ne peuvent conserver leur même force motrice, sans avoir l'un & l'autre la même vitesse ou la même tendance à la vitesse, qu'ils avoient auparavant.

*PESON, CISEAUX, BARQUES, VAISSEAUX.*

433. APPLICATION II. Il est facile d'appercevoir le *mécanisme du Levier*, dans une infinité de Machines. Nous nous bornerons à le faire observer, dans quelques-unes de celles qu'il importe le plus de connoître. (Fig. 42).

I°. Le *Peson*, qu'on appelle aussi *Balance romaine*, est un levier du premier genre. Le point d'appui est C: la résistance est R: la puissance plus ou moins éloignée du point d'appui, est P. Il y a équilibre, quand la distance CP est à la distance CD, comme la résistance R est à la puissance P.

Mais il faut faire attention que les deux parties CD & CF du fleau, sont partie, l'une de la résistance R, l'autre de la puissance P. Et comme la partie CF est communément plus pesante que la partie CD: on omet plusieurs divisions entre CP, pour compenser cet excès de force qu'acquiert la puissance P par le poids de son levier.

II°. Les *Ciseaux* & les *Tenailles* renferment un double levier du premier genre. Le point d'appui & le clou autour duquel se fait le mouvement: la main est la puissance: le corps à couper ou à ferrer, est la résistance.

Plus la distance de la puissance au point d'appui, excède la distance de la résistance au même point d'appui; plus la force relative de la puissance devient grande: puisque la partie du levier qui est pressée par la main, & la partie du même levier qui presse le corps, tendent à se mouvoir par des arcs semblables, qui sont entre eux comme les rayons aboutissans à la puissance & à la résistance.

III°. Les *Barques à rames*, sont des leviers du second genre. L'eau, contre laquelle s'appuie une extrémité de la rame,

fait la fonction de point d'appui : la barque à mouvoir, est la résistance : la main, qui fait son effort contre l'autre extrémité de la rame, est la puissance.

Quelques Auteurs regardent les Barques à rames, comme des *Leviers du premier genre* ; & considèrent comme point d'appui, le point où la rame est posée & se meut sur la barque. Mais leur Théorie devient par là, & plus compliquée & moins naturelle.

IV°. Les *Vaisseaux & les Barques à voiles*, sont des leviers du premier genre. Les vents, luttant contre les voiles & les mâts, sont la puissance : l'eau qu'il faut fendre & fillonner, est la résistance : le point où les mâts sont adhérens au vaisseau, est le point d'appui.

Plus les Voiles sont amples & élevées, plus est grande l'action de la puissance : parce qu'elle agit par un plus grand levier. Le Gouvernail, qui fend l'eau dans une direction tantôt parallèle, tantôt oblique à l'impulsion du vent, fait prendre au vaisseau une direction parallèle ou oblique à cette impulsion.

## PARAGRAPHE SECOND.

### ACTION OBLIQUE AU LEVIER.

APRÈS avoir considéré l'action d'une Puissance dans sa direction perpendiculaire au levier : il nous reste à examiner l'action de cette même puissance dans sa direction oblique au levier. Comme nous envisagerons toutes les Machines comme autant de leviers : cette théorie de la *Force oblique*, deviendra générale pour toutes les Machines.

#### THÉORÈME I.

434. *Une même Puissance, appliquée à un même point d'un levier, a sa plus grande force ; quand elle agit dans une direction perpendiculaire au levier : & si elle agit dans une direction oblique au levier ; sa force devient d'autant plus petite, que sa direction devient plus oblique. (Fig. 49).*

DÉMONSTRATION. L'expérience & la théorie établissent de concert la vérité de ce premier théorème : l'expérience constate le fait, & la théorie en rend raison.

EXPÉRIENCE. Soient deux Puissances égales A & B, dont les directions DA, EB, soient perpendiculaires aux deux bras égaux du levier DE. Que la direction de la puissance A reste toujours perpendiculaire DA : tandis que la direction

de la puissance B fera tantôt perpendiculaire AB, tantôt oblique EF sous un angle aigu CEF, tantôt oblique EG sous un angle obtus CEG. Les points F & G sont deux petites poulies fixes, sur lesquelles la puissance B se meut en liberté.

I°. La puissance B, dans sa direction perpendiculaire EB, fait équilibre avec la puissance opposée A.

II°. Mais cette même puissance B, dans sa direction oblique EG ou EF, est plus foible que la puissance opposée A : de forte que si la puissance B est un poids de dix ou douze livres : il faudra lui ajouter quelques livres pour rétablir l'équilibre ; & qu'il faudra lui ajouter d'autant plus, que sa direction deviendra plus oblique.

Donc la puissance quelconque B, suspendue par une même ficelle à un même point du levier, a sa plus grande force ; quand elle agit dans une direction perpendiculaire au levier : puisque dans cette direction, sa force est égale à la force de la puissance opposée A ; & que dans aucune autre direction oblique, sa force n'est égale à la force de la puissance A, dont la direction reste toujours la même.

Donc la force de la puissance B est d'autant plus petite, que sa direction devient plus oblique sur le levier : puisque, pour rendre la force de la puissance B, égale à la force constante de la puissance A ; il faut d'autant plus augmenter le poids de la puissance B, que la direction de cette puissance devient plus oblique au levier.

EXPLICATION. Il est facile de rendre raison de cette diminution de force, dans la Puissance dont l'action devient oblique au levier.

I°. Quand la Puissance B agit dans une direction perpendiculaire au levier : son Action totale est employée à élever la puissance opposée A, dans une direction opposée à la sienne.

II°. Mais quand cette même Puissance B agit dans une direction EG, oblique au levier : son Action totale se divise ou se décompose en deux Actions particulières EH, EK, qui lui seroient décrire la diagonale EG.

Par la première EH, elle lutte contre le point d'appui C, qu'elle tend à faire avancer dans la direction EH : cette partie de son action ne tend point à élever le corps A.

Par la seconde EK, elle lutte contre le corps A : cette seule partie de son action tend à élever le corps A, dans une direction opposée à sa direction EB.

La Puissance B, dans la direction oblique EG, est donc affoiblie relativement à la Puissance opposée A : puisque  
l'action

l'action totale, qu'elle oppoſoit à la Puiffance A, eſt diviſée en deux portions, dont l'une ne lutte plus contre la puiffance A.

III°. De même, quand la puiffance B agit dans la direction oblique EF, ſon action totale ſe décompoſe en deux *Actions particulières* EN, EK.

Par la première EN, elle lutte contre le point d'appui C, qu'elle tend à faire rétrograder de la quantité EN : cette partie de ſon action ne tend point à élever la puiffance oppoſée.

Par la ſeconde EK, elle lutte contre le corps A : cette ſeule partie de ſon action diviſée tend à élever la puiffance oppoſée.

La Puiffance B, dans ſon *Action oblique EF*, eſt donc affoiblie relativement à la puiffance A : puifque dans ce cas, comme dans le précédent, l'action totale qu'elle oppoſoit à la puiffance A, quand elle agiſſoit dans une direction perpendiculaire au levier, eſt diviſée en deux portions, dont l'une ne lutte point contre la puiffance A.

RÉSULTAT. Une Puiffance dont l'action devient oblique au levier, diviſe ſon action totale en deux portions, dont l'une fait tout ſon effort contre le point d'appui, & ne lutte point contre la puiffance oppoſée. Plus l'obliquité eſt grande : plus eſt grande la portion de la force totale, qui ſe conſume à lutter inutilement contre le point d'appui.

Donc une Puiffance, dont l'action devient oblique au levier, n'oppoſe point toute ſa force à la puiffance rivale. Donc plus l'action d'une puiffance eſt oblique au levier : plus eſt petite la partie de ſa force, qu'elle oppoſe à la puiffance contre laquelle elle combat. C. Q. F. D.

435. REMARQUE. Il eſt facile de trouver l'*affoibliſſement d'une Puiffance*, dont l'action perpendiculaire devient oblique.

Car, comme la Force totale, exprimée par la diagonale EG, réſulte équivalement de deux forces conſpirantes EF, EK : on décompoſera cette Force totale en deux *Forces particulières*, par cette ſimple règle de trois : la force totale EG, eſt à la portion de cette force qui lutte contre la puiffance oppoſée A; comme le côté EK eſt au côté EH. (351 & 354).

## T H É O R È M E I I.

436. Quand une même Puiffance, appliquée à un même point d'un levier, agit ſucceſſivement depuis la direction perpendiculaire juſqu'à la direction la plus oblique : ſa force ou ſon action diminue, comme les perpendiculaires menées du point d'appui ſur ſes différentes directions. (Fig. 55).

Y

DÉMONSTRATION. Soient deux Puissances égales  $R$  &  $P$ , d'une livre chacune; & également éloignées du point d'appui  $B$ , dans leur direction perpendiculaire au levier. Que la direction  $AR$  de la puissance  $R$ , reste toujours perpendiculaire à son levier  $BA$ : tandis que la puissance  $P$  prendra différens degrés d'obliquité sur son levier  $BC$ , que nous supposerons divisé en trois parties égales 1, 2, 3. L'Expérience constate les Faits suivans, d'où résulte la démonstration de ce second théorème.

I°. Quand la Puissance  $P$  agit dans la direction  $CP$  perpendiculaire au levier: les deux Puissances opposées sont en équilibre. Leur action est de part & d'autre dans sa plus grande force; & cette action est comme les perpendiculaires  $BA$ ,  $BC$ , menées du point d'appui sur la direction de chaque puissance.

II°. Que le Levier de la Puissance  $P$ , prenne l'inflexion  $ABN$ : la direction  $Nn$  de cette puissance s'approchera du point d'appui, d'un tiers de son levier; & il faudra augmenter d'un tiers son poids  $p$ , pour qu'elle fasse équilibre avec la puissance opposée.

Un poids d'une livre, dans la direction  $CP$  perpendiculaire au levier, donnoit l'équilibre: il faudra un poids d'une livre & demie, dans la direction  $Nn$  oblique au levier, pour rétablir l'équilibre. L'action de cette puissance, sous l'angle aigu  $BNn$ , est donc diminuée d'un tiers, comme sa distance au point d'appui.

III°. Que le levier de la même Puissance  $P$ , prenne l'inflexion  $ABM$ : la direction  $Mm$  de cette puissance s'approchera du point d'appui, des deux tiers de la longueur de son levier; & il faudra augmenter de deux tiers ou de deux livres son poids, pour qu'elle fasse équilibre avec la puissance opposée.

L'action de cette puissance, sous l'angle plus aigu  $B M m$ , est donc diminuée de deux tiers, comme sa distance au point d'appui.

IV°. Que le levier de la même Puissance  $P$ , prenne l'inflexion  $ABO$ : La direction de cette puissance, passera dans le point d'appui: son action employée toute entière à presser le point d'appui, sera totalement nulle relativement à la puissance opposée.

V°. Que le levier de la même puissance  $P$ , prenne l'inflexion  $ABV$ : en sorte que la direction prolongée de la puissance, passe en  $v$ , à égale distance de  $B$  & de  $C$ !

Il faudra doubler la masse  $P$ , pour produire l'équilibre. L'action de cette Puissance, sous l'angle obtus  $B V d$ , est

donc diminuée de moitié, comme sa distance au point d'appui. C. Q. F. D.

437. COROLLAIRE I. Puisque l'effort d'une Puissance est le plus grand qu'il puisse être, quand elle agit dans une direction perpendiculaire au levier: il s'ensuit qu'on peut toujours estimer l'action d'une Puissance, par une perpendiculaire menée du point d'appui sur sa direction. Par exemple, (Fig. 56 :

I°. La Puissance P, a sa plus grande action, dans la direction CP. Son action sera comme BC, qui est la perpendiculaire menée du point d'appui, sur la direction CP.

II°. Que cette Puissance P agisse dans la direction oblique CF! Son action sera comme si elle agissoit perpendiculairement par un levier Bn: qui est la perpendiculaire menée du point d'appui, sur sa direction prolongée FCF.

III°. Que cette Puissance P agisse ensuite dans la direction oblique CH! Son action sera comme si elle agissoit perpendiculairement par un levier Bm: qui est la perpendiculaire même du point d'appui, sur sa direction prolongée MCh.

IV°. Que cette même Puissance P agisse enfin dans la direction oblique CV! Son action sera comme si elle agissoit perpendiculairement par un levier Bx: qui est la perpendiculaire menée du point d'appui, sur sa direction CV. (Math. 407).

438. COROLLAIRE II. On peut estimer indifféremment l'action d'une Puissance, appliquée à un même point d'un levier:

I°. Ou par des perpendiculaires Bm, Bn, Bx, BC, menées du point d'appui sur les différentes directions de cette puissance: (Fig. 56):

II°. Ou par des perpendiculaires Mb = Bm, Nb = Bn, Vb = Bv, menées de l'extrémité de son levier sur la ligne OBX qui passe par le point d'appui parallèlement à la direction perpendiculaire de la puissance au même levier. (Fig. 55).

439. REMARQUE. On peut énoncer le théorème précédent en cette manière: quand une même Puissance, appliquée à un même point d'un levier, agit successivement depuis la direction perpendiculaire jusqu'à la direction la plus oblique: son action ou son effort décroît, comme les Sinus des angles que forment ses différentes directions sur le levier. (Fig. 57).

EXPLICATION. La Puissance P est dans sa plus grande force: quand elle agit dans la direction CP perpendiculaire au levier. Supposons cette force, égale à CG, qui est le Sinus de l'angle droit BCG. (Math. 634).



I<sup>o</sup>. Dans la direction oblique CF, sous l'angle obtus BCF : la Force totale de la puissance se décompose en deux Forces partielles, dont l'une CN est nulle contre la puissance opposée (434) ; & l'autre CM agit seule contre la puissance opposée.

La ligne FN, qui est le Sinus de l'angle BCF. & qui est égale à la ligne CM, sera donc l'expression de la puissance P dans la direction CF. La puissance agissant en P, sera donc à la même puissance agissant en F ; comme le Sinus GC, est au Sinus FN.

II<sup>o</sup>. Dans la direction oblique CK, sous l'angle aigu BCK : la Force totale de la puissance se décompose également en deux Forces partielles, dont l'une CT est nulle contre la puissance opposée ; & l'autre CD = KT agit seule contre la puissance opposée.

La ligne KT, qui est le Sinus de l'angle BCK, sera donc l'expression de la puissance dans la direction CK. La puissance agissant en P, sera donc à la puissance agissant en K ; comme le Sinus GC, est au Sinus KT.

440. COROLLAIRE. Il résulte de-là qu'on peut trouver, par le simple calcul, l'affoiblissement d'une Puissance ou d'une Force, dans tous ses différens degrés d'obliquité : puisqu'il ne s'agit que de supposer la Force perpendiculaire, égale au Sinus total ; & de comparer ce sinus total avec les Sinus des différens angles aigus ou obtus, que forme la direction de la puissance en devenant oblique à son levier. On trouvera tous ces sinus, à la fin de notre Cours de Mathématiques élémentaires.

Par exemple, que la Force d'une puissance, dans la direction perpendiculaire à son levier, soit 10 de masse par 6 de vitesse ou de rayon ou de levier. Son effort total, ou son action perpendiculaire, sera  $10 \times 6 = 60$ . Cette force = 60 sera comme le Sinus de l'angle droit, ou comme le Sinus total 100000.

Quel sera l'effort affoibli de cette même Puissance, appliquée au même point du levier, dans une direction oblique au levier, sous un angle de 40 degrés ? On le trouvera aisément par cette règle de trois : la force perpendiculaire comme 60, est à la force inconnue  $x$  ; comme le Sinus de l'angle droit, est au Sinus de l'angle de 40 degrés : ou  $60. x :: 100000. 64279$ .

#### BALANCEMENT DES CORPS EN ÉQUILIBRE.

441. EXPÉRIENCE I. Si aux deux extrémités d'un Levier soudé ABC, mobile sur un point d'appui D, on cloue

deux globes  $A \& C$ , en telle sorte qu'il y ait équilibre dans la position  $ABC$ : de quelque façon qu'on incline ce levier, il reprendra, après quelques balancemens, sa premiere position  $ABC$ . (*Fig. 39*).

EXPLICATION. Le centre de gravité, dans ces deux corps en équilibre, réside dans le centre des deux globes (412). C'est-là que les deux Puissances opposées luttent l'une contre l'autre, par les lignes  $AV$ ,  $CV$ , qui mesurent leurs distances respectives à la ligne  $BF$  où se trouve le point d'appui. (438).

I°. Si on incline le levier  $BA$ , en telle sorte que le centre de gravité  $A$  passe en  $m$ : le centre de gravité  $C$  passe en  $n$ .

La Puissance  $C$ , dont le levier  $nD$  est devenu plus grand, se trouve augmentée: tandis que la Puissance  $A$ , dont le levier  $mt$  est devenu plus petit, se trouve affoiblie.

La Puissance  $C$ , portée en  $n$ , descend donc avec un mouvement accéléré par l'arc  $nr$ ; & force la Puissance opposée, qui se trouvoit en  $m$ , à remonter en  $s$ .

II°. La Puissance  $A$ , portée en  $s$ , se trouve avoir un levier  $sD$ , plus grand que le levier  $rt$  de la Puissance opposée. Plus forte, elle descend à son tour, avec un mouvement accéléré, par l'arc  $sm$ ; & elle force la Puissance opposée à remonter vers  $n$ .

De-là un balancement qui durera jusqu'à ce que le frottement du point d'appui & la résistance de l'air aient totalement détruit le mouvement qui a produit l'inflexion de  $A$  en  $m$ .

III°. On peut rendre raison, d'après la même théorie, d'une foule de petits phénomènes, en fait d'équilibre, où l'Art dispose tellement les balanciers; qu'un corps ne peut s'incliner en aucun sens, sans que les centres de gravité, qui tendent toujours vers le centre de la terre, le forcent à reprendre sa situation verticale.

Par exemple, si  $BD$  est un petit corps solide, terminé en pointe & appuyé sur une surface unie & un peu concave: de quelque manière & en quelque sens qu'on incline ce corps  $BD$ , il reprendra sa direction  $BDF$ . La raison en est, qu'on ne peut l'infléchir d'aucun côté: sans que les balanciers  $BA$ ,  $BC$ , s'éloignent de leur ligne de gravitation naturelle, à laquelle ils reviennent toujours. Il faut ici, comme on voit, que les centres de gravité  $A \& C$  soient placés plus bas que le point d'appui  $D$ .

442. REMARQUE. Si les deux globes dont on vient de parler, au lieu d'être cloués au levier, étoient suspendus par

une ficelle à ce levier ; comme les deux globes H & K (Fig. 41) :

Quelque inflexion *mn* qu'on donnât au levier ADB, les centres de gravité s'approcheroient proportionnellement de la ligne CF, & conserveroient toujours leur même rapport de distance au point d'appui.

Ainsi les balancemens d'un fléau de balance exacte, n'ont pas toujours la même cause, que les balancemens dont on vient de parler.

443. EXPÉRIENCE II. Soit AB un fléau de balance, en équilibre & en repos, dans sa direction horizontale. (Fig. 48).

Si on incline ce fléau AB en *ab*, l'équilibre cesse. Le point *a* descend avec un petit mouvement accéléré en *c*; remonte du point *c* vers *a*, pour redescendre de la même manière vers *c*: jusqu'à ce que la force qui occasionne le balancement étant entièrement épuisée par le frottement de l'axe & par la résistance de l'air, le levier arrive enfin au repos dans la direction horizontale AB.

Nous n'avons trouvé nulle part une explication générale de ce petit phénomène. Que l'on fasse bien attention à l'explication qu'en ont donné quelques Auteurs que nous respectons ! On trouvera qu'elles sont toutes fausses, du moins dans leur généralité ; & que si elles paroissent rendre raison de ce phénomène dans une hypothèse, ou dans une certaine construction de la Balance, elles sont évidemment fausses dans une autre hypothèse, ou dans une construction opposée de la balance, où ce phénomène a également lieu.

Voici notre Idée sur cet objet : idée qui semble rendre raison de ce phénomène, dans tous les cas possibles. (Fig. 50).

EXPLICATION. Pour simplifier & cette théorie & la figure dans laquelle nous allons l'examiner : faisons évanouir les deux bassins de la balance ; & supposons leur pesanteur, dans deux petits globes fixés à l'extrémité du fléau A B. Supposons aussi ces deux petits globes A & B, égaux & homogènes ; leurs leviers CA & CB, droits, égaux, & parfaitement semblables. (Fig. 50).

De quelque manière qu'on incline le Fléau A B : ce fléau fait toujours de part & d'autre, des angles égaux sur la ligne de gravitation GH ; & les deux Puissances A & B, fixées aux deux extrémités de ce fléau, s'approchent ou s'éloignent toujours également du point d'appui. Par exemple, dans l'inflexion *ab* : l'angle *a* CG est égal à l'angle *b* CH opposé au sommet : la ligne *as*, & la ligne égale *bv*, mesurent la longueur du levier des deux puissances obliques.

Les masses & les vitesses de ces deux forces *a* & *b* sont

égales : pourquoi *des deux Forces*, égales & opposées, ne restent elles donc pas en équilibre & en repos, aux points *a* & *b*, comme aux points *A* & *B*? En voici la raison.

I°. Quand le fléau ou le levier *AB* est horizontal; les forces motrices *A* & *B* sont en équilibre: parce que leur masse est égale, & que leur tendance au mouvement est égale & opposée.

Car si la puissance *A*, dans un tems infiniment petit, tend à se mouvoir par l'arc *Am*: la puissance opposée *B* tend aussi, dans un tems infiniment petit, à se mouvoir par un arc égal *Bb*.

En tendant à parcourir ces deux arcs *Am*, *Bb*: les deux puissances opposées *A* & *B* tendent à s'approcher également de la ligne *GH*, dans tous les points successifs de leur mouvement.

II°. Quand le fléau ou le levier aura une inclinaison quelconque *ab*, sur la ligne horizontale; les deux puissances opposées ne seront plus en équilibre: la puissance placée en *a*, aura plus de force que la puissance placée en *b*. Pour en saisir la raison, considérons séparément l'action de chaque puissance, dans cette position *ab*.

D'abord la puissance *a* tend, dans un tems infiniment petit, à s'approcher du centre de la terre par l'arc *aA*, qui rendroit son levier toujours croissant, depuis *as* jusqu'à *AC*: tandis que la puissance opposée *b* tend, dans un tems infiniment petit, à s'approcher du centre de la Terre par un arc égal *br*, qui rendroit son levier toujours décroissant, depuis *bv* jusqu'à *rx*.

Ensuite, la puissance *a* tend à se mouvoir par l'arc *aA*, où sa direction deviendra sans cesse moins oblique au levier: tandis que la puissance *b* tend à se mouvoir par un arc égal *br*, où sa direction deviendrait sans cesse plus oblique au levier.

Or, si deux Vitesses initiales sont égales d'ailleurs: celle qui tend à s'effectuer par un levier croissant & dans une direction moins oblique au levier, doit l'emporter sur celle qui tend à s'effectuer par un levier décroissant & dans une direction plus oblique à son levier.

Donc une puissance en *a*, doit l'emporter sur une puissance égale en *b*. Donc une puissance en *a*, doit descendre avec un mouvement accéléré jusqu'en *A*, & forcer la puissance égale en *b*, à s'élever avec un mouvement accéléré jusqu'en *B*.

III°. La Puissance qui descend de *a* en *A*, s'arrêteroit en *A*: si les leviers croissans depuis *a* jusqu'en *A*, où ils cessent de croître, n'avoient accéléré son mouvement.

Mais en vertu de la vitesse qu'elle a acquise, en passant du point  $a$  au point  $A$ , elle descendra encore au-dessous de  $A$ , par un arc  $Am$ , à peu près égal à l'arc  $aA$ .

Pendant ce mouvement  $am$ , la puissance opposée s'élève en  $n$ : où elle se trouve avoir le même avantage sur la puissance  $A$ , que celle-ci avoit sur elle en  $a$ .

La puissance  $B$ , portée en  $n$ , tendra donc à descendre par des leviers croissans & dans une direction moins oblique, de  $n$  en  $B$ : où sa vitesse acquise continuera à la porter vers  $b$ .

IV°. Pendant que la puissance  $B$  descend de  $n$  en  $b$ : la puissance opposée remonte vers  $a$ , & reprend sa première disposition à agir par des leviers croissans & dans une direction moins oblique.

La même alternative de mouvement, de  $a$  vers  $m$ , & de  $m$  vers  $a$ , aura lieu, jusqu'à ce que les deux Puissances opposées aient perdu par le frottement de l'axe & par la résistance de l'air, tout le mouvement que leur  $a$  imprimé l'inflexion  $ab$ ; & alors n'ayant plus d'avantage l'une sur l'autre dans leur primitive direction perpendiculaire au levier horizontal  $AB$ , elles y reprendront l'équilibre & le repos.

V°. La même théorie auroit lieu, si les deux masses  $A$  &  $B$  étoient inégales & en raison inverse de leurs distances au point d'appui: il y auroit équilibre dans la position horizontale du levier  $AB$ .

Mais l'équilibre cesseroit dans la direction  $ab$  ou  $mn$ : parce qu'alors l'une des Forces opposées tendroit à se mouvoir par des leviers croissans & dans une direction moins oblique à ces leviers; tandis que l'autre tendroit à se mouvoir par des leviers décroissans & dans une direction plus oblique à ces leviers.

444. REMARQUE. Après avoir expliqué pourquoi la Puissance placée en  $a$ , descend vers  $m$ : il nous reste à faire voir que la cause que nous assignons à ce phénomène, est la seule qui puisse l'occasionner.

I°. La Puissance victorieuse, qui agit en  $a$  contre sa rivale en  $b$ , se trouve un peu plus loin du centre de la Terre, que la puissance opposée.

Loin d'être augmentée par cette position, la force de cette puissance  $a$  est affoiblie d'un infiniment petit, qui ne doit être compté pour rien. (364).

II°. La puissance victorieuse qui agit en  $a$ , loin d'allonger son levier par cette position, le raccourcit d'une infiniment petite quantité: puisque dans cette position, le point d'appui, se trouve dans la partie du trou plus voisine du point  $a$ .

Elle ne doit donc point son avantage, à une augmentation de longueur dans son levier.

III°. Le levier AB peut être construit de telle façon que son centre de gravité, soit au-dessous de l'axe ou du point d'appui; & alors ce centre de gravité favorisera la puissance résidente en *a*, laquelle descendra avec un mouvement encore plus accéléré, à raison des deux causes qui le produisent.

Mais ce centre de gravité du levier peut aussi être placé au milieu même du trou de l'axe; & alors le balancement, qui continue à avoir lieu, ne peut avoir d'autre cause que celle que nous venons de développer.

## ARTICLE SECOND.

### THÉORIE DE LA POULIE.

445. DESCRIPTION. LA Poulie est un corps circulaire, mobile sur son centre; & dont la circonférence est creusée en *Gorge*, pour recevoir une ficelle ou une chaîne à laquelle on applique d'une part la puissance, & de l'autre la résistance. La Poulie se meut ordinairement dans une *Chappe* GE, sur un *Axe* G fixé ou à la chappe, ou à la poulie. La Poulie est ou mobile ou immobile.

I°. On nomme *Poulie immobile*, celle qui n'a d'autre mouvement qu'autour de son centre & sur son axe G. Telle est la poulie BDC, fixée immobilement aux points E G. (*Fig. 58*).

II°. On nomme *Poulie mobile*, celle qui se meut & se déplace avec le corps qu'elle soutient. Telle est la poulie SEC, qui s'élève ou s'abaisse avec le corps R, en roulant autour de son centre G. (*Fig. 59*).

Mobile ou immobile, la Poulie, ainsi que le Levier du premier genre, rend opposée l'action de la puissance P & de la résistance R. La puissance P ne peut descendre, sans que la résistance R monte; & réciproquement.

### REGLE UNIQUE.

446. La Poulie immobile n'augmente ni l'action de la puissance, ni l'action de la résistance: la Poulie mobile double l'action de la puissance.

DÉMONSTRATION. Pour simplifier cette théorie, nous supposerons que les directions de la puissance & de la résistance sont parallèles entre elles, comme elles le sont

communément. Si l'une des deux Puissances opposées est affoiblie par l'obliquité de son action : la Poulie immobile ne changera point sa force quelconque ; & la Poulie mobile la doublera. (Fig. 58 & 59).

I°. Soit la *Poulie immobile* BDC, fixée par sa chappe au point E. Cette poulie est comme un *Levier du premier genre*, où la puissance P & la résistance R sont également éloignées du point d'appui G, ou du point de la poulie dans lequel se trouve concentrée & arrêtée toute la pesanteur ou toute l'action des puissances opposées P & R.

Qu'il y ait ou qu'il n'y ait point d'équilibre : le levier de la Puissance P est toujours le rayon BG ; & le levier de la Résistance R, l'autre rayon CG. Donc la puissance P & la résistance R sont livrées à leurs forces absolues, sans augmentation & sans diminution : puisque leurs leviers sont égaux.

D'ailleurs, si le mouvement s'effectuait : tandis que la puissance P se mouvrait par l'arc DB, la résistance R se mouvrait par l'arc égal CD ; & réciproquement. Les vitesses effectuées, ou tendantes à s'effectuer, sont donc nécessairement égales & dans la puissance & dans la résistance. La puissance & la résistance n'acquièrent donc aucune augmentation de force, dans leurs évolutions autour de cette machine.

II°. Soit la *Poulie mobile* SEC, soutenue par sa chappe le poids R, dont la gravité ou la résistance réside dans le centre G de la poulie. Cette poulie est comme un *Levier du second genre*. Le point d'appui est en S : le levier de la résistance est le rayon GS : le levier de la puissance est le diamètre CS. Donc le levier de la puissance devient double : donc la force de la puissance devient double aussi.

Si on conçoit le point d'appui, dans un autre point quelconque M : le levier de la résistance sera XM ; & le levier de la puissance sera NM, double du premier.

D'ailleurs, quand la puissance P s'abaisse d'un pied, la résistance R ne monte que d'un demi-pied ; & quand la résistance R descend d'un demi-pied, la puissance P monte nécessairement d'un pied.

Donc la Puissance a toujours une vitesse double, effectuée ou tendante à s'effectuer : donc la *Force relative* de la Puissance, est toujours double de sa force absolue. C. Q. F. D.

#### LES POULIES MOUFLÉES.

447. DÉFINITION. On nomme *Poulies mouflées*, ou simplement *Moufles*, un assemblage de poulies, dont les unes sont immobiles, & les autres mobiles. (Fig. 63).

Les poulies A & B sont immobiles : les poulies M & N sont mobiles. Ces quatre poulies, assorties entre elles, forment un Moufle.

448. COROLLAIRE. *Quand une Puissance agit par le moyen d'un Moufle : sa force relative croît comme le double des Poulies mobiles que renferme le Moufle. ( Fig. 63 ).*

EXPLICATION. La raison en est, que le levier de la Puissance devient double en longueur, par le moyen de la première poulie immobile ; encore double en longueur, par le moyen de la seconde poulie mobile, & ainsi de suite ; & que d'ailleurs la Puissance, quand le mouvement s'effectue, parcourt autant de fois le double de chemin plus que la Résistance ; qu'il y a de poulies mobiles dans le Moufle.

Dans le Moufle ABNM, il y a deux poulies mobiles M & N ; & quand le mouvement a lieu entre la puissance P & la résistance R, la vitesse de la puissance, est quatre fois plus grande que celle de la résistance.

Il ne s'ensuit pas de-là que l'on puisse augmenter à l'infini la Force de la puissance, par le moyen du Moufle : parce que, quand le nombre de poulies devient trop grand ; le frottement qu'elles occasionnent, nuit plus à la puissance, que les nouvelles poulies ne la favorisent.

La construction des Moufles peut être différente de celle que représente la Figure que nous avons indiquée. Mais l'effet en est toujours le même : parce que cette machine est toujours composée en partie de poulies mobiles, dont chacune double la force de la puissance.

## ARTICLE TROISIEME.

### THÉORIE DU TOUR.

449. DESCRIPTION. **L**E Tour est une machine composée d'un cylindre solide MN, qu'on fait rouler sur son axe, par le moyen de certains leviers en croix *ab*, qui sont comme des rayons prolongés du cylindre. ( Fig. 61 ).

I°. Quand l'arbre ou le cylindre MN, autour duquel s'enveloppe la corde SR, se trouve placé horizontalement : cette machine se nomme *Tour* ou *Treuil*.

II°. Quand ce même arbre ou rouleau AB est vertical & perpendiculaire à l'horizon : cette machine se nomme *Vindas*, ou *Cabestan*. ( Fig. 62 ).

En place des leviers en croix *ab*, on met quelquefois autour du cylindre, un grand rambour CD, garni de longues



chevilles transversales : pour faciliter l'action de la puissance , qui en s'appliquant successivement à ces chevilles , fait faire autant de tours au cylindre D , qu'en fait le tambour CD. ( *Fig. 60* ).

ouvent aussi c'est le simple poids d'un homme qui , en marchant dans l'intérieur du tambour , à l'extrémité des rayons , fait la fonction de puissance.

#### REGLE UNIQUE.

450. *Quand une Puissance agit par le moyen du Tour ou du Cabestan : sa force relative est à sa force absolue ; comme le rayon du tambour ou le rayon prolongé du cylindre , est au simple rayon du cylindre.*

DÉMONSTRATION I. La force relative d'une Puissance , est à sa force absolue : comme la vitesse de cette puissance , est à la vitesse de la Résistance. Or , quand la puissance fait faire une révolution entière au tambour , ou aux rayons prolongés du cylindre : la corde qui soutient la résistance R , ne fait qu'une révolution autour du cylindre. Donc les vitesses de la puissance & de la résistance sont entre elles , comme ces circonférences , qui sont entre elles comme leurs rayons. ( *Math 473* ).

Donc la force relative de la puissance , qui est comme sa vitesse comparée à celle de la résistance , excède autant sa force absolue : que le rayon par lequel elle agit , excède le rayon du cylindre vers lequel se meut la résistance. C. Q. F. D.

DÉMONSTRATION II. Cette Règle n'est qu'une simple application de la théorie du Levier , à une Machine qui n'est elle-même qu'un levier du premier ou du second genre : selon que la Puissance agit ou du côté de la Résistance ou du côté opposé. Il ne s'agit donc que d'observer le mécanisme du levier dans cette Machine. ( *Fig. 61* ).

On peut considérer le *Cylindre MN* , comme une poulie immobile d'une grande épaisseur , dont la chappe est MN. Le centre de gravité & le point d'appui est par tout dans l'axe du cylindre : le levier de la résistance est le rayon du cylindre : le levier de la puissance , est le rayon prolongé *ra* du cylindre , ou le rayon même du tambour qui enveloppe ce cylindre.

Donc les forces absolues de la puissance & de la résistance étant supposées égales : la force relative de la puissance , sera à sa force absolue , comme son levier est au levier de la résistance. Donc la force relative de la puissance , est à sa force absolue , comme le rayon du tambour ou comme

le rayon prolongé du cylindre, est au simple rayon du cylindre. C. Q. F. D.

451. COROLLAIRE. Plus le rayon du Tambour ou du Levier est grand ; & le rayon du Cylindre, petit : plus la force ou l'action de la Puissance est grande.

De sorte que si le rayon du tambour est 20 ou 30 fois plus grand que le rayon du cylindre : la force relative de la puissance, devient 20 ou 30 fois plus grande que sa force absolue.

1°. On suppose que la Puissance exerce toujours son action, dans une direction perpendiculaire à son levier, ou dans une direction qui seroit la tangente au Tambour ou au rayon prolongé qui sert de levier à la puissance.

Car si la Puissance agit dans une direction oblique au rayon qui lui sert de levier : sa Force relative décroît comme les Sinus des angles que forment ses différentes directions sur son levier. (440). Ainsi, en supposant que la force relative de la Puissance perpendiculaire au levier, dût devenir 30 fois plus grande que sa force absolue : si elle agit par le même levier sous un angle dont le sinus ne soit que la moitié du sinus total ; sa force relative ne deviendra que 15 fois plus grande.

II°. Dans toute cette théorie, on fait abstraction du Frottement, lequel lutte contre la puissance & devient partie de la résistance. Nous en parlerons à la fin de ce traité.

#### LES MOULINS DE DIFFÉRENTE ESPECE.

452. APPLICATION I. Les Moulins à café, les Moulins à eau & à vent, les Tourne broches, reviennent au mécanisme du Tour.

1°. Dans le Moulin à café & à poivre ; le rayon de la manivelle est le levier de la puissance : le rayon de la noix, hérissée de dents, est le levier de la résistance : la résistance est la somme de tous les grains contre lesquels heurte la noix : le point d'appui, est l'axe de la noix.

II°. Dans les Moulins à eau, l'impulsion de l'eau qui coule avec un mouvement accéléré, est la puissance : l'arbre horizontal est le cylindre, dont l'axe renferme & le point d'appui & le centre du mouvement qu'il faut imprimer à la résistance : les meules à mouvoir, & les grains à broyer, sont la résistance.

Les grandes roues qui, adhérentes au cylindre, deviennent à chaque instant perpendiculaires à l'impulsion de l'eau, présentent sans cesse de longs leviers à la puissance. Les dents du cylindre, qui meuvent les roues par lesquelles les meules sont mises en mouvement, présentent de moins

dres leviers à la résistance. Le même mécanisme qui meut les *Meules des moulins*, imprime le mouvement aux marteaux des forges, des papeteries, des foulons; aux roues qui font agir les moulins à soie; & ainsi du reste.

III°. Dans les *Moulins à vent*, l'impulsion du vent fait la fonction de Puissance: le reste du mécanisme général est à peu près le même que celui des Moulins à eau.

IV°. Les *Tourne-broches* sont des Treuils, qui se meuvent ou par le moyen d'un ressort qui se détend; ou par le moyen d'un poids qui gravite à l'extrémité du rayon horizontal d'une roue ou d'un tambour; ou par l'impulsion de la *Vapeur du feu*, laquelle fait sur une Roue composée de plaques obliques à l'horison, le même effort que fait le vent sur des ailes de Moulin à vent.

#### MÉCHANISME DE LA GRUE.

453. APPLICATION II. La *Grue* est une machine destinée à élever de grands fardeaux à de grandes hauteurs. C'est un Treuil construit de telle façon, que toute la partie CDH PNK tourne sur un pivot K: de sorte que la *Sous-pente* S restant dans la même position; la partie PN se porte & se dirige, comme on veut, à l'orient ou à l'occident, au nord ou au midi. (Fig. 60).

La Corde, qui soutient le poids R, roule sur des poulies immobiles en N & en P: à mesure qu'elle s'entortille spiralément autour du cylindre DH. Quand le tambour, mu par la puissance, fait une révolution entière, la corde décrit une spire autour du cylindre; & la résistance R s'éleve ou s'abaisse d'une quantité égale à cette spire.

Dans la Grue, la vitesse de la puissance, est donc à la vitesse de la résistance: comme la circonférence du tambour, est à la circonférence du cylindre; ou comme le rayon du tambour, est au rayon du cylindre. La Force relative de la puissance, est donc à sa force absolue: comme le rayon du tambour, est au rayon du cylindre.

#### LES ROUES DENTÉES.

454. APPLICATION III. Le mécanisme des *Roues dentées*, revient au mécanisme du Treuil: elles servent à transmettre un mouvement croissant ou décroissant, d'un corps à un autre corps; à augmenter ou à diminuer à l'infini, la force relative de la Puissance ou de la Résistance. Par exemple, (Fig. 65):

Soit la Puissance P, qui tend à élever la résistance R, par le moyen des trois roues F, E, D. Ces trois Roues se meu-

vent sur leur axe immobile : comme une poulie immobile se meut dans sa chappe.

I<sup>o</sup>. Tandis que la roue F, mise en mouvement par la puissance P, fera une révolution entière sur son axe : son noyau denté O ne fera faire qu'une petite partie de révolution, à la roue dentée E, qui engrene le noyau ou le Pignon O.

II<sup>o</sup>. Tandis que la roue dentée E fait une révolution entière : son Pignon N ne fait faire qu'une petite partie de révolution, à la roue dentée D, qui engrene le pignon N.

III<sup>o</sup>. Tandis que la roue dentée D fera une révolution entière : la corde qui soutient la résistance R, n'enveloppera qu'une fois la circonférence du petit noyau saillant M ; & le corps R ne se mouvra que d'une quantité égale à cette petite circonférence M.

Par ce mécanisme, la Puissance P aura une vitesse immensément plus grande que la résistance R ; & sa force relative sera à sa force absolue, comme sa vitesse est à la vitesse de la résistance.

Par exemple, supposons, dans le pignon saillant O, dix fois moins de dents, que dans la roue E ; dans le pignon N, dix fois moins de dents que dans la roue D ; dans le noyau M, une circonférence dix fois moindre que la circonférence de la roue D. La Roue F aura dix fois plus de vitesse que la roue E ; cent fois plus de vitesse que la roue D ; mille fois plus de vitesse que le noyau M qui élève la résistance.

Par la raison contraire, si la résistance R descendoit, la puissance F, monteroit avec une vitesse mille fois plus grande.

IV<sup>o</sup>. Si au noyau M, on substitue une roue dentée X, qui engrene un cylindre ou un parallépipède denté YZ : on aura une machine avec laquelle on élèvera des poids immenses : c'est ce qu'on nomme un *Cric*.

Pour imprimer le mouvement à cette machine, on se sert d'une manivelle, qui devient un levier commode & favorable à la puissance dont il augmente l'action.

On peut employer aussi une *Vis sans fin* ; & alors il faudra que la première roue F soit aussi dentée.

LA FUSÉE DES MONTRES ET DES PENDULES.

455. APPLICATION IV. Dans les Montres & dans les Pendules à ressort, se présente un phénomène digne d'attention : savoir, une Force toujours décroissante, qui produit un effet toujours constant (Fig. 64).

I<sup>o</sup>. La Puissance qui met en mouvement, tout l'artifice intérieur d'une Montre ou d'une Pendule, c'est le *Resort*. Ce Ressort A MB, est une lame d'acier élastique, roulée

sur elle-même dans un petit *Barillet* ou *Tambour*, qu'elle fait tourner en se développant par son élasticité (232); & autour duquel s'entortille spiralement la chaîne qui met en jeu tout le rouage.

Mais ce ressort est dans sa plus grande force : quand il est dans sa plus grande tension ; & à mesure qu'il se détend, sa force se ralentit & s'affoiblit. Il devoit donc imprimer à tout le Rouage, un mouvement toujours plus foible & plus lent ; & rendre les heures qu'il fait marquer par les aiguilles, toujours plus longues, depuis sa plus grande tension, jusqu'à son entier développement. La Fusée CD pare à cet inconvénient.

II°. La Fusée est une espece de Tour en forme de cône tronqué, mobile sur son axe CD. Autour de ce Cône tronqué, sont creusées des spires, sur lesquelles s'entortille la chaîne B. La résistance de tout le rouage à mouvoir se concentre & réside dans l'axe de ce cône.

Le Ressort, qui tire la chaîne, & qui meut la fusée en se déployant, a successivement pour leviers, les différens rayons  $dn$ , DN : qui vont en croissant, depuis C jusqu'en D. Quand le ressort est dans sa plus grande force, il tire la chaîne & il meut le rouage, par le moyen des plus petits rayons ou leviers  $dn$ ; & quand sa force est la plus petite, il tire la chaîne & meut le rouage, par le moyen des plus longs rayons ou leviers DN.

III°. L'art de l'Horloger, consiste à faire en sorte que les rayons de la Fusée augmentent dans la même proportion, que la force du Ressort diminue.

Si les rayons de la Fusée croissoient dans un plus grand rapport, que la force du Ressort ne diminue : le mouvement du rouage deviendroit plus grand, à mesure que le ressort deviendroit plus foible. Les révolutions horaires deviendroient trop courtes de plus en plus ; & une Force toujours décroissante produiroit un effet toujours croissant.

Si les rayons de la Fusée croissoient dans un moindre rapport, que la force du Ressort ne diminue : le mouvement du rouage iroit en ralentissant de plus en plus ; & les révolutions horaires des aiguilles, deviendroient sans cesse plus lentes & plus longues qu'il ne faut pour diviser exactement le tems.

Pour trouver le rapport exact de la force décroissante dans le Ressort, & des rayons croissans dans la Fusée ; il faut nécessairement en venir à des épreuves : parce que les Ressorts n'étant jamais régulièrement flexibles & élastiques dans toute leur étendue ; la théorie ne peut donner aucune regle fixe sur cet objet.

ARTICLE,

## ARTICLE QUATRIÈME.

## THÉORIE DU PLAN INCLINÉ.

456. DESCRIPTION. **L**E *Plan incliné* est un plan qui fait un angle plus ou moins aigu sur l'horison. Si la ligne  $BC$  représente l'horison ; & la ligne  $AB$ , une table ou un chemin :  $AB$  sera un plan incliné : l'angle aigu  $ABC$  sera l'angle de son inclinaison. (Fig. 51).

I°. Si le point  $B$  restant fixe, le plan  $AB$  se mouvoit de  $A$  vers  $C$  : l'inclinaison du plan diminueroit jusqu'en  $C$ , où il ne seroit plus plan incliné, mais plan horizontal.

II°. Si le point  $B$  restant fixe, le plan  $AB$  se mouvoit de  $A$  vers  $M$  : l'inclinaison du plan augmenteroit jusqu'en  $M$ , où il ne seroit plus plan incliné, mais plan vertical.

III°. On nomme *Longueur du plan incliné*, la ligne ou la face  $AB$ , qui coupe obliquement l'horison. On nomme *Hauteur du plan incliné*, la ligne ou la face  $AC$ , qui coupe perpendiculairement l'horison.

457. EXPÉRIENCE. Soit un *Globe*  $R$ , posé sur un plan incliné  $ABC$ , soutenu par une ficelle  $HD$ , laquelle porte sur une poulie  $D$ .

I°. Un corps de moindre pesanteur que le corps  $R$ , fait équilibre en  $P$ , avec le corps  $R$ .

Donc le *Plan incliné* supporte ou détruit une partie de la pesanteur du corps appuyé sur lui.

II°. Plus l'angle d'inclinaison  $ABC$ , est aigu : moins le corps suspendu en  $P$  doit être pesant, pour faire équilibre avec le corps  $R$ . Plus cet angle d'inclinaison  $ABC$ , approche de l'angle droit  $MBC$  : plus le corps suspendu en  $P$  doit avoir de pesanteur pour faire équilibre avec le corps  $R$ .

Donc le *Plan incliné* supporte ou détruit une d'autant plus grande quantité de la pesanteur du corps qu'il soutient, que l'angle d'inclinaison  $ABC$  est plus petit ; & réciproquement.

III°. Si le corps suspendu en  $P$ , fait équilibre avec le corps  $R$ , en agissant dans la direction  $HD$  parallèle au plan  $AB$  : ce même corps cesse de faire équilibre avec le corps opposé  $R$ , par lequel il est entraîné, dès que la direction du trait  $HD$  cesse d'être parallèle au plan.

Donc la *Puissance*  $P$  est dans sa plus grande force : quand la direction  $HD$ , selon laquelle elle tire le corps opposé, est parallèle au *Plan incliné*.

IV°. Si le *Mobile*  $R$  est soutenu sur un *Plan incliné* par

Z.

une ficelle  $HD$  : ce mobile se mouvra à droite ou à gauche sur le plan, soit en roulant, soit en glissant, jusqu'à ce que le Rayon d'appui  $RE$ , & le Rayon de trait  $RHD$ , se trouve dans un même Plan, mené du centre de gravité au centre de la terre, perpendiculairement à l'horizon.

La raison en est, que la gravité, résidante en  $R$ , tend nécessairement à s'approcher sans cesse du centre de la terre : qu'elle peut s'en approcher, jusqu'à ce que le rayon  $RE$  & le rayon  $RH$  soient dans un même Plan perpendiculaire à l'horizon.

458. COROLLAIRE I. *Le mouvement d'un Corps qui descend le long d'un Plan incliné, est moindre que si ce corps tomboit librement dans une direction perpendiculaire à l'horizon : puisque la partie de la gravité qui est supportée ou détruite par le plan incliné, n'est pas employée à précipiter ce corps vers le centre de la terre. (Fig. 51).*

Supposons que le Plan  $AB$ , supporte ou détruise un tiers de la gravité du Corps  $R$ . Ce corps qui, en tombant librement dans une direction perpendiculaire à l'horizon, s'approcheroit de 15 pieds du centre de la terre dans la première Seconde de sa chute, ne s'en approchera que de 10 pieds, en se mouvant dans la direction du plan incliné : puisque l'effet est toujours proportionnel à la cause, & que la cause est supposée moindre d'un tiers.

459. COROLLAIRE II. *Un corps qui descend par un Plan incliné, en vertu de sa gravité, accélère son mouvement selon la suite des nombres impairs.*

La raison en est, que les parties semblables sont entre elles, comme les tous ; & que la partie de la gravité qui n'est point détruite par le Plan, exerce & accumule ses impulsions contre le Mobile, comme toute la gravité les exerceroit & les accumuleroit contre ce même mobile.

#### REGLE UNIQUE.

460. *Quand une Puissance lutte contre un corps appuyé sur un Plan incliné : sa force relative est à sa force absolue ; comme la longueur du plan, est à la hauteur du même plan. (Fig. 51).*

DÉMONSTRATION. La gravité, qui lutte contre la Puissance  $P$ , réside & fait son effort en  $R$  : le point d'appui est en  $E$ . Le levier de la Puissance  $P$  est le rayon  $RE$ , qui est la perpendiculaire menée du point d'appui sur la direction  $RD$  de la puissance (437) : le levier de la Résistance  $R$  est la ligne  $EF$ , qui est la perpendiculaire menée du point d'appui, sur la direction  $RB$  de la résistance.

Sur quoi je raisonne ainsi. La Force relative de la puissance, est à sa force absolue : comme son levier RE, est au levier EF de la résistance (427). Or le levier RE de la puissance, est au levier FE de la résistance : comme la longueur AB du plan incliné, est à sa hauteur AC ; & je le démontre.

I°. Les Triangles REF & ABC, sont semblables : donc comme l'hypothénuse RE du premier, représente le levier & la force relative de la puissance P ; de même l'hypothénuse AB du second, représente le levier & la force relative de la même puissance. Je démontre l'antécédent. Les Triangles REF & ABC sont semblables entre eux : s'ils sont semblables chacun à un troisième triangle RBE. Or les deux premiers triangles sont semblables chacun à ce dernier RBE ; & je le démontre.

D'abord, le triangle REF est semblable au triangle RBE : puisqu'ils ont chacun un angle droit ; & que l'angle BRE leur est commun à l'un & à l'autre. (*Math.* 401).

Ensuite, le triangle ABC, est aussi semblable au triangle RBE. Car ces deux triangles ont chacun un angle droit ; & l'angle BAC du premier, est égal à l'angle RBE du second : puisque ces deux angles sont alternes-internes entre deux parallèles RB & AC, qui sont deux perpendiculaires, menées l'une du centre de gravité R vers le centre de la terre ; l'autre, de l'extrémité supérieure du plan, sur l'horizon. (*Math.* 359).

II°. Donc, puisque la Force relative de la puissance, est à sa force absolue ; comme la ligne RE qui est le levier de la puissance, est à la ligne EF qui est le levier de la résistance : la Force relative de la puissance sera de même à sa force absolue, comme la ligne AB qui est la longueur du plan, est à la ligne AC qui est la hauteur du même plan : puisque les triangles REF & ABC étant semblables, ont à cette proportion : RE . EF :: AB . AC. (*Math.* 403).

Dans cette proportion, la première raison exprime le rapport de la puissance à la résistance, ou le rapport de la force relative de la puissance à la force absolue de la même puissance : donc la seconde raison, qui est égale à la première, exprime aussi le même rapport. (*Math.* 168).

Donc, par le moyen du Plan incliné, la force relative d'une Puissance, est à sa force absolue : comme la longueur du plan, est à la hauteur du même plan. C. Q. F. D.

461. COROLLAIRE. Quand un Corps porte sur un plan incliné : sa gravité restante est à sa gravité totale ; comme la hauteur du plan est à sa longueur : puisque sa gravité ou pesanteur rela-



tive décroît nécessairement, comme la force relative de la puissance qui le soutient, augmente.

Ainsi, si un corps, pesant 100 livres, repose sur un plan incliné, dont la hauteur soit  $= 5$ , & la longueur  $= 10$ : ce corps ne lutte contre la puissance opposée, que comme s'il n'avoit que la moitié de son poids; & un poids de 50 livres en P, fera équilibre avec le poids R de 100 livres.

On suppose ici que le poids posé en P, qui fait la fonction de puissance, agit dans la direction la plus favorable, dans la direction HD parallèle au plan incliné. Car si la puissance P agit dans une *direction oblique au plan*: sa force diminue, comme le sinus de l'angle que fait sa direction sur le plan. (439).

462. OBJECTION. La force de la Puissance ne peut devenir relativement plus grande: qu'autant qu'elle auroit plus de vitesse que la Résistance. Or sur un plan incliné, la puissance & la résistance ont nécessairement une même vitesse: puisque, quand la résistance R parcourt en montant, la ligne RD; la puissance parcourt une ligne précisément égale. Donc la force de la puissance ne doit point s'accroître par le moyen du plan incliné. (Fig. 51).

RÉPONSE. Quand un Corps monte ou descend sur un Plan incliné: il a un Mouvement en partie horizontal & en partie vertical.

Le *Mouvement horizontal* ne résiste en rien à la puissance, abstraction faite des frottemens. Le seul *Mouvement vertical* est donc celui qu'il faut considérer ici relativement à la puissance qui lutte toute entière contre lui.

Or comparons la vitesse verticale du mobile P, avec la vitesse de la puissance P. On trouvera que la première est à la seconde; comme la hauteur du plan, est à sa longueur. Car, quand le Mobile R parcourt avec la puissance l'espace BA: il ne s'éleve vers le zénith, que de la quantité CA.

#### LES ROUES DE VOITURE, LA BROUETTE.

463. OBSERVATION. Dans les carrosses, dans les cabriolets, dans les charrettes, le chemin sert de point d'appui à la pesanteur: ainsi que le plan incliné ABC sert de point d'appui au globe R.

1°. Comme dans le *Globe R*, la pesanteur réside & agit dans le centre de gravité R: de même dans les carrosses, dans les cabriolets, dans les charrettes, la pesanteur réside & agit dans le centre des roues.

Le *Rayon vertical* supporte tout le poids du fardeau: quand les roues reposent sur un plan horizontal. (Fig. 67).

II°. Dans les Roues de voiture, on nomme *Effieu* ou *Axe*, la pièce transversale de bois ou de fer, qui terminée en cylindre passe par leur centre; *Moyeu*, l'ouverture circulaire qui reçoit ce cylindre; *Ligne de trait*, la direction selon laquelle agit la puissance qui fait mouvoir les roues.

Il est clair que l'effieu peut se porter en avant; & qu'en se portant en avant, il forcera la roue à rouler sur elle-même. Chaque rayon sera successivement chargé du poids du fardeau.

III°. Soit la Roue ABCD, appuyée sur un plan horizontal MN. Que la ligne RP exprime & représente la ligne de trait. Toute la pesanteur du fardeau réside en R, & porte sur le rayon RA, au point d'appui A. Supposons en *a*, un caillou, sur lequel porte le rayon Ra.

A mesure que la puissance P tire la roue: ce caillou *a* devient le point d'appui: Ra est le levier de la puissance: aH est le levier de la résistance. La gravité R ne peut passer de la direction RA, dans la nouvelle direction Ra: sans s'élever de la quantité AH.

IV°. De cette théorie il résulte évidemment que par le moyen de la Roue, abstraction faite des frottements, la force relative de la Puissance P est à sa force absolue: comme le levier Ra de la puissance, est au levier aH de la résistance.

464. REMARQUE I. Comme l'action d'une Puissance qui agit par le moyen d'une ou de plusieurs roues, est susceptible d'une foule de modifications différentes: il est à propos d'en observer ici les principales, dont l'explication fera aisément entendre toutes les autres. (Fig. 67).

I°. Si la Roue étoit parfaitement circulaire, si elle étoit posée sur un Plan horizontal parfaitement uni & solide, s'il n'y avoit aucun frottement de l'axe aux moyeux; la force relative de la Puissance s'accroîtroit comme à l'infini par le moyen de cette machine: puisque le levier de la puissance, seroit au levier de la résistance; comme le rayon RA, est à un seul point A.

Mais comme les Roues, garnies de gros clous d'espace en espace, sont mal arrondies; comme les Chemins inégaux par eux-mêmes, le deviennent encore davantage par le poids de la voiture qui s'y enfonce; comme il y a un très-grand frottement de l'axe aux moyeux: cette augmentation de force relative dans la puissance, doit être très-considérablement diminuée.

Par exemple, quand la Roue, au lieu de toucher le chemin par un seul point A, le touche dans la longueur d'un pied *na*: si le levier Ra de la puissance est de quatre pieds,

le levier  $aH$  de la résistance fera d'un demi-pied. La force relative de la puissance ne deviendra donc que huit fois plus grande que sa force absolue : sur quoi il faudra encore défalquer ce que perd la puissance, à vaincre la résistance des frottemens.

II°. Pour que la Puissance soit dans sa plus grande force ; il faut que son impulsion  $RP$  soit perpendiculaire au rayon  $RA$  ou  $Ra$ , qui aboutit au point d'appui : ce qui n'a pas toujours lieu.

Si la Puissance agit dans la direction  $Rp$  : son impulsion devient oblique au rayon ou levier  $RA$  ; & dans ce cas, sa force décroît comme les sinus des angles qu'elle fait sur son levier. (439).

Quand la puissance agit dans la direction  $Rp$ , sur le levier ou rayon  $RA$  : son action se décompose en deux parties  $RD$  &  $Rr$ , dont l'une  $Rr$  est employée ou à presser la roue contre le chemin, ou à élever la roue vers le zénith. Cette partie de l'action de la puissance ne sert point à mouvoir la Roue, dans la direction de la puissance.

On voit par-là que les Roues les plus favorables à la Puissance, sont celles dont le rayon égale en hauteur, la hauteur de la ligne de trait  $RP$ .

III°. Quand il s'agit de trainer de grands fardeaux ; les grandes Roues sont préférables aux petites, & à l'assortiment des petites & des grandes : pourvu que le rayon des grandes roues ne s'éleve pas au-dessus de la ligne de trait.

La raison en est, premièrement, que les grandes roues s'enfoncent proportionnellement moins que les petites dans la terre, & donnent proportionnellement un moindre levier à la résistance : secondement, que la ligne de trait est perpendiculaire au rayon des grandes roues, tandis qu'elle est oblique, & par-là même dans une direction défavorable, au rayon des petites roues. Dans les Carrosses, les petites roues sont nécessaires pour faciliter les évolutions.

IV°. Quand une roue se meut sur un *Terrain en pente* : elle résiste plus à la puissance qui monte ; elle résiste moins à la puissance qui descend. Il est facile de saisir la raison de ce petit phénomène. (Fig. 51).

Quand la roue monte dans la direction  $RD$  : la gravité concentrée en  $R$ , a son point d'appui en  $E$ . Le levier de la puissance est  $RE$  : le levier de la résistance est  $EF$ , lequel levier devient d'autant plus grand, que la pente est plus rapide.

Quand la roue descend dans la direction  $RV$  ; la puissance  $V$  & la résistance  $R$  cessent d'être opposées : elles agissent dans le même sens, l'une par le levier  $RE$ , l'autre par

le levier F E. Dans ce cas , la puissance V , loin de tirer la Roue , est obligée de résister à la roue qui tend à avancer par la seule gravité du fardeau qu'elle supporte , de E en B.

Quand la pente est rapide & le chemin fort solide , on est obligé d'*enrayer* ; c'est-à-dire , d'attacher la roue : pour l'empêcher de se mouvoir autrement qu'en glissant sur un même point E : ce qui occasionne un frottement continuel , qui empêche le fardeau de se précipiter avec un mouvement accéléré , sur les chevaux qui traînent la voiture.

465 REMARQUE II. La *Brouette* est un levier du second genre (424), dont le point d'appui est rendu mobile par la Roue. (Fig. 67).

Soit le poids à porter , en D : le levier de la puissance en P , sera P R ; & le levier de la résistance , sera D R.

La force relative de la Puissance , sera donc à sa force absolue : comme P R est à D R. Plus le poids à porter , sera près du point d'appui R A : plus la force relative de la Puissance P sera augmentée.

## ARTICLE CINQUIÈME.

### THÉORIE DE LA VIS.

466. DESCRIPTION. **L**A *Vis* est un cylindre solide K H , sur lequel on a creusé une gorge qui tourne en ligne spirale. (Fig. 52).

La partie saillante *a* ou *d* , placée entre les différens tours de cette gorge , s'appelle le *Filet* de la vis ; & la distance *a d* , qu'il y a d'un filet à l'autre , se nomme le *Pas* de la vis.

On pratique aussi ce filet & cette gorge , dans une Cavité cylindrique , pour en faire une vis intérieure ; & quand ces deux sortes de Vis sont tellement proportionnées que le filet de l'une peut se mouvoir dans la gorge de l'autre , & réciproquement ; celle qui est creusée prend le nom d'*Ecrou*. La partie convexe & la partie concave de cette machine , ou la Vis & l'*Ecrou* , portent le nom commun de *Vis*.

I°. Souvent c'est la seule Vis qui se meut dans l'*Ecrou* immobile. Tels sont les *Etaux* des Serruriers : ou la Vis , mue par le moyen d'une manivelle qui sert de levier à la puissance , pousse une mâchoire de l'étau contre l'autre mâchoire avec une force immense. Tels sont les *Clous à vis* , qui unifient les différentes pièces d'une platine de fusil ; & que l'on meut aussi par le moyen de certains leviers.

II°. Souvent c'est le seul *Ecrou* qui se meut sur la vis

Z iv

immobiles. Telles sont aussi quelques Presses dans les Magasins d'Imprimerie & de Librairie.

III°. Quelquefois aussi la Vis & l'Ecrou se meuvent à la fois l'un contre l'autre, par l'action de deux puissances dont l'une fait agir l'écrou, & l'autre la vis.

IV°. On doit considérer les Meches des Vrilles & des Tarières, comme des vis dont les spires décroissantes coupent le bois d'autant plus aisément, que ces spires sont plus aiguës & plus tranchantes. Le manche de cet instrument sert de levier à la puissance.

#### REGLE UNIQUE.

467. *Dans cette Machine, si on fait abstraction du frottement, qui y est très-considérable : la force relative de la Puissance est à sa force absolue, comme la somme de toutes les circonférences spirales de la vis, est à la hauteur de la même vis. (Fig. 52).*

DEMONSTRATION. Soit la Vis HK, verticale ou horizontale ou oblique à l'horison, appliquée à élever ou à abaisser ou à presser un corps qui fera la Résistance.

Il est évident que la résistance R ne peut monter de H en K, ou descendre de K en H : sans que la puissance appliquée en K ou en R, fasse autant de révolutions qu'il y a de filets ou de gorges spirales entre H & K. Donc la puissance aura une vitesse, qui sera à la vitesse de la résistance ; comme la somme de toutes les circonférences spirales de la vis, est à la hauteur KH de la même vis.

Or, la Force relative de la puissance, est à sa force absolue : comme la vitesse de la puissance, est à la vitesse de la résistance. Donc la force relative de la puissance est à sa force absolue ; comme la somme de toutes les circonférences spirales de la vis intérieure ou extérieure qu'elle meut, est à la hauteur de la même vis. C. Q. F. D.

468. COROLLAIRE I. On peut dire aussi que dans cette Machine, la force relative de la puissance, est à sa force absolue ; comme un filet ou une spire de la vis, est à un pas de la même vis : puisqu'un filet est à un pas de la vis ; comme la somme de tous les filets, est à la somme de tous les pas. (Math. 222).

469. COROLLAIRE II. Dans la Vis, plus les révolutions spirales seront grandes, & les pas petits ; plus la force relative de la puissance sera augmentée : puisque la vitesse de la Puissance devient d'autant plus grande, & la vitesse de la résistance,

d'autant plus petite ; que les spires sont plus longues , & les distances des spires plus courtes.

470. COROLLAIRE III. La Manivelle  $K M$  devient un levier , qui augmente encore la force relative de la puissance : puisque , tandis que la puissance fait une révolution entiere autour du rayon  $K M$  ; la résistance opposée ne monte ou ne descend que de la quantité d'un pas  $a d$ .

Ainsi quand la puissance agit par le moyen d'un levier : sa force relative est à sa force absolue , comme une circonférence décrite par le rayon ou levier  $K M$  , est à un pas de la vis ; c'est-à-dire ici , au pas  $a d$ .

471. OBJECTION. Quand le Corps  $R$  monte de  $H$  en  $K$  ; ce corps , à l'instant que la puissance cesse d'agir , devrait toujours descendre par sa gravité : ce qui cependant n'a pas toujours lieu.

RÉPONSE. Quand le Corps  $R$  monte de  $H$  en  $K$  : sa pesanteur est soutenue par autant de plans inclinés , qu'il embrasse de filets de la vis.

Ces petits plans inclinés soutiennent ou détruisent une très-grande partie de la pesanteur de ce corps. (457). La partie restante de cette pesanteur , tend à faire descendre ce corps : mais son action est détruite par la résistance que lui oppose le frottement.

#### LA VIS SANS FIN.

472. DESCRIPTION. La *Vis sans fin* est composée d'un cylindre spiral  $AB$  , dont les filets engrenent sans fin une Roue dentée  $D$ . Cette Roue peut avoir , si l'on veut , un petit cylindre saillant  $D$  : autour duquel s'entortille la corde qui élève un poids  $R$ . (Fig. 53).

Tandis que la manivelle  $mn$  fait une révolution : la Vis  $AB$  ne fait qu'un pas , & la roue dentée  $D$  ne se meut que selon la distance d'une dent à l'autre.

Tandis que la roue dentée fait une révolution entiere : la corde qui soutient la résistance , ne fait qu'une petite révolution autour du cylindre ou noyau saillant  $D$ .

On conçoit que cette machine peut être d'un grand usage : soit à cause de la commodité qu'elle procure , soit à cause de l'augmentation de force qu'elle donne à la puissance.

#### LA VIS D'ARCHIMEDE.

473. DESCRIPTION Il ne falloit rien moins que le puissant & fécond génie d'un Archimede : pour imaginer une Machine où la Gravité , qui fait descendre les Corps , servit

à les faire monter. Cette Machine est composée d'un *Cylindre*  $HB$  incliné à l'horison, mobile sur deux points d'appui  $AE$ ; & d'un *Canal*  $BCDMr$ , qui entoure ce cylindre en lignes spirales (*Fig 54*).

I°. Pour saisir la théorie de cette Machine; il faut faire attention que pendant que la puissance, par le moyen d'un levier ou d'une manivelle, fait tourner le Cylindre sur ses deux pivots dans la direction  $DnC$ : chaque point  $D$  du *Canal*, spiral se trouve tantôt au zénith, tantôt au nadir, tantôt dans l'horison, relativement à l'axe  $AE$  du cylindre.

II°. Soit donc une balle de plomb, placée dans le canal en  $BC$ , quand cette extrémité du canal est à la hauteur de l'axe du cylindre. La balle, par sa gravité, se précipitera sous l'axe du cylindre en  $B$ .

Comme le Cylindre tourne sans cesse dans la direction  $DnC$ : le point  $B$  du canal passe du nadir au zénith du cylindre; & la balle, au lieu de monter avec le point  $B$  au-dessus du cylindre, se précipite par sa gravité dans la partie du canal qui est sous l'axe du cylindre. Quand le point  $B$  aura fait une révolution entière autour du cylindre: la balle se trouvera donc encore sous l'axe du cylindre en  $D$ .

Tandis que le point  $D$  monte du nadir au zénith du cylindre: la balle continue à se précipiter par sa gravité, sous l'axe du cylindre; & quand ce point  $D$  a achevé sa révolution, la balle se trouve sous l'axe du cylindre au point  $M$ ; & ainsi de suite jusqu'au point  $r$ , où se trouve l'extrémité supérieure du canal spiral.

Quand ce point  $r$ , ou cet orifice du canal spiral, monte du nadir au zénith du cylindre: la balle, au lieu de monter avec lui, s'échappe sous l'axe du cylindre, où le canal spiral cesse de la retenir. Ainsi la balle monte du point  $B$  au point  $r$ , en vertu de sa pesanteur, qui la porte sans cesse sous l'axe du cylindre.

III°. On conçoit aisément que si l'extrémité  $BC$  du canal spiral est plongée dans une rivière ou dans un puits; l'Eau, par sa pesanteur, se précipitera sans cesse, ainsi que la balle, sous l'axe du cylindre en  $B$ , en  $D$ , en  $M$ , en  $r$ : d'où elle coulera sans cesse à plein canal, pendant tout le tems que le Cylindre roulera sur son axe.



ARTICLE SIXIEME.

THÉORIE DU COIN.

474. DESCRIPTION. **L**E Coin est un corps dur, composé de cinq Plans, dont trois sont des parallélogrammes, & deux sont des triangles. (Fig. 68).

I°. Les parallélogrammes  $CDAa$ ,  $BFAa$ , en se réunissant en  $Aa$ , forment un angle  $FAD$  qu'on appelle la *Pointe* ou le *Tranchant* du Coin.

Le plan opposé au tranchant, savoir  $DBFC$ , se nomme la *Base* ou la *Tête* du coin.

La distance  $AH$ , de la pointe à la tête du coin, est sa *hauteur*; & la distance  $FD$ , est sa *largeur*.

II°. Le Coin sert à écarter ou à diviser des corps durs. On l'insere, par le moyen d'une petite fente, dans le corps à diviser; & alors la Puissance imprime une violente secousse à la tête du coin, dans la direction de l'axe, pour forcer le coin à s'enfoncer entre les parties à diviser.

L'*Axe du Coin*, est une ligne droite, menée du milieu de son tranchant  $Aa$ , au milieu de sa base  $BCDF$ .

475. REMARQUE I. Le Maillet ou la Massue qui frappe la tête du Coin, toutes choses étant égales d'ailleurs, a d'autant plus de force motrice, qu'il frappe par un plus grand arc.

La raison en est, que la Puissance lui imprime le mouvement, par des efforts successivement réitérés; dont la somme devient d'autant plus grande, que l'arc à parcourir a donné plus de tems à la puissance d'exercer & de répéter son effort.

Ainsi le maillet ou la massue porte son effort contre le coin, avec une somme de mouvement accéléré, qui est l'effet & le résultat de tous les efforts successifs de la puissance qui l'a mis en jeu.

476. REMARQUE II. Le Coin est une machine très simple en elle-même, mais dont le mécanisme est plus difficile à saisir que celui d'aucune autre machine.

La raison en est, que les autres Machines présentent à l'œil & à l'esprit, des *Points d'appui*, fixes & décidés, auxquels on rapporte facilement les leviers déterminés de la puissance & de la résistance: au lieu que dans le Coin, l'on est embarrassé, soit pour fixer les points d'appui, confondus dans la résistance; soit pour déterminer les leviers de la puissance & de la résistance. Pour porter la lumière sur



cet objet, voici quelques observations à faire. (Fig. 66).

I°. La résistance qu'oppose un Corps à diviser, à l'écartement ou à la séparation de ses parties, (par exemple, la bûche MFN) vient de l'adhérence même des parties qui restent à diviser. Quelles que soient & la cause & la manière de cette adhérence : on peut considérer les parties adhérentes MF, NF, comme un faisceau de fibres longitudinales, naturellement liées entre elles par une suite transversale de petits filets  $rs$ ,  $rv$ , inflexibles ou flexibles.

Si ces petits filets sont inflexibles : ils ne peuvent s'étendre, sans se rompre ; & l'effort qui rompt le premier, rompt aussi le second.

Si ces petits filets sont flexibles : l'effort qui lutte contre le premier, lui donne une tension qui résiste à la puissance, & qui unit sa résistance à celle des filets suivans. Ces filets, ainsi que toutes les cordes, résistent d'autant plus, qu'ils ont plus de tension sans se rompre ; & c'est par-là que certains bois nouveaux sont si difficiles à fendre.

II°. Quand le Coin s'insinue dans la bûche MFN, le coin frappé par la massue est la puissance : la touffe transversale de filets  $rs$ ,  $rv$ , est ou produit la résistance : le point d'appui est à l'extrémité B de la fente, à l'origine des filets résistans.

Dans cette Machine, la résistance n'a point de leviers : sa force est une force fixe & constante, savoir, l'adhérence plus ou moins grande des parties à diviser. Mais cette *Résistance constante* est attaquée par une puissance qui agit d'une manière d'autant plus favorable ; qu'elle a plus de hauteur AB, & moins de largeur CD.

Pour en saisir le raison, considérons une section quelconque NF, comme immobile : la section opposée MF aura tout le mouvement que doit produire la puissance ou le coin. Dans cette hypothèse, la puissance lutte contre la résistance par le levier AB, & quand le coin s'enfoncé dans la bûche, de toute la quantité AB ; il n'écarte les parties à diviser, que de la quantité CD. La vitesse de la puissance, est donc à la vitesse de la résistance ; comme AB est à DC.

III°. Quand l'angle d'écartement MFN se termine au-delà de la pointe du coin AB ; la force de la puissance devient plus grande : parce que son levier AF devient plus grand que son levier précédent AB.

De-là, la facilité avec laquelle se divisent certains corps : quand la fente est devenue fort grande, au-delà de la pointe du coin.

## REGLE UNIQUE.

477. Quand une Puissance agit par le moyen du Coin : sa force relative est à sa force absolue, comme l'axe ou la hauteur du coin ; est à la largeur de sa base. (Fig. 66).

DÉMONSTRATION. La force relative d'une puissance, est à sa force absolue : comme l'espace qu'elle parcourt, est à l'espace que parcourt la résistance.

Or, quand le Coin, qui représente le mouvement de la puissance, s'enfoncé de toute sa hauteur  $AB$ , la résistance ne s'écarte que de la largeur  $CD$  ; & quand le coin s'enfoncé d'une partie quelconque  $aB$  de sa hauteur, la résistance ne s'écarte que d'une partie proportionnelle  $cd$  de sa largeur. Donc, dans l'action du Coin, la force relative de la puissance, est à sa force absolue : comme la hauteur du coin, est à sa largeur. C. Q. F. D.

478. COROLLAIRE. Plus le Coin est aigu, plus est grande la force relative de la puissance : parce que la vitesse de la puissance ou du coin, excède d'autant plus la vitesse des parties qui se séparent ; que le coin a plus de hauteur  $AB$  & moins de largeur  $CD$ . (Fig. 66).

479. APPLICATION. L'usage du Coin n'est pas borné uniquement à fendre du bois ou des pierres. La serpe & la coignée du Bûcheron, l'épée & le sabre du Militaire, la lancette & le scalpel du Chirurgien, la scie & la tarière du Menuisier, le couteau & le rasoir qui sont entre les mains de tout le monde, sont tout autant d'especes différentes de coins ; dont la grandeur, la figure, la dureté, sont proportionnées à la qualité des matieres sur lesquelles ils doivent agir, & à l'action du Moteur qui doit régler leurs efforts.

Parmi les instrumens qui font la fonction de Coins, il y en a qu'on fait agir en les pressant simplement contre leur pointe : comme les aiguilles, les épées, les clous. Il y en a d'autres que l'on fait tourner sur eux-mêmes : comme les meches des vrilles & des tarières, qui agissent en mêmes tems, & comme vis, & comme coins. Il y en a enfin qu'on fait agir plus favorablement, en les traînant sur leur longueur : comme les scies & les rasoirs ; deux instrumens qui ne diffèrent que du plus au moins, dans leur tranchant. Car les rasoirs les mieux affilés, vus au microscope, présentent leur tranchant sous l'image d'une scie hérissée d'inégalités.

## TROISIÈME SECTION.

## RÉSISTANCE DES MACHINES.

480. OBSERVATION. **L**ES Machines, dans leur état physique, ne produiroient pas tout l'effet que nous leur attribuons, en les envisageant dans un état métaphysique, où rien ne s'opposeroit à toute l'étendue de leur action. Tandis que d'un côté les Machines favorisent la Puissance, selon les différentes proportions que nous avons déterminées: d'un autre côté les mêmes Machines opposent à la Puissance, un obstacle qui leur est intrinsèque, ou qui en est inséparable; savoir, le *Frottement des Corps* qui composent les machines, & la *Roideur des Cordes* qui saisissent les corps à mouvoir.

Ces deux obstacles luttent contre la Puissance: ils doivent donc nécessairement absorber une partie de la *Force relative* qu'elle emprunte des Machines.

## FROTTEMENT DES CORPS.

481. DÉFINITION. On nomme *Frottement*, la résistance occasionnée par les inégalités de deux corps gravitans, dont l'un se meut sur l'autre.

I°. Dans toutes les Machines, il y a inévitablement un *Frottement occasionné par la résistance du corps à mouvoir*. La Poulie éprouve ce frottement, sur l'axe de sa chappe; le Tour, sur les points d'appui où roule son cylindre; le Plan incliné, sur la partie de sa surface où est appuyé le corps à mouvoir; un Levier, tel que la balance, sur l'axe de son fléau; la Vis & le Coin, dans toute leur longueur.

II°. On peut faire parcourir à un corps, la surface d'un autre corps, en deux manières: premièrement, en appliquant successivement les *mêmes parties* de l'un à différentes parties de l'autre; comme quand on fait glisser un Livre sur une table: secondement, en faisant toucher successivement *différentes parties* d'une surface à différentes parties d'une autre surface; comme lorsqu'on fait rouler une Boule sur un billard.

Dans le premier cas, les inégalités des deux surfaces s'engagent & s'engrenent les unes dans les autres, & ne se séparent souvent que par leur rupture: comme on peut le remarquer par la poussière qui en résulte. Dans le second cas, ces mêmes parties inégales des deux surfaces, engagées les unes dans les autres, se quittent à peu près

comme les dents de deux roues de montre, qui se défont en roulant librement l'une sur l'autre.

Le premier frottement a lieu dans toutes les Machines. Le second, incomparablement moins efficace que le premier, a lieu dans les cordes qui roulent sur des poutres ou sur des cylindres.

III°. Le premier Frottement, le seul qu'il importe de bien connoître, & le seul dont il fera ici question, est soumis à des Loix fixes, qu'il s'agit d'observer & de déterminer d'après l'expérience.

482. REGLE I. *La résistance occasionnée par le Frottement, est proportionnelle, non à la surface, mais au poids du Corps qui presse.* (Fig. 47).

DÉMONSTRATION. Il consiste par plusieurs expériences faites avec la plus scrupuleuse attention par le savant Desaguliers, que si on pose sur un Plan parallèle ou oblique à l'horizon, un même Corps R, qui aura des surfaces inégales: ce Corps sera tiré dans la direction du plan, par une même puissance, par un même poids précis P; soit que ce corps R glisse sur le plan, par sa plus grande surface m; soit qu'il y glisse par sa plus petite surface n:

Mais que la puissance P, qui le fait glisser & qui l'entraîne, doit être d'autant plus grande, que ce corps R a plus de pesanteur.

Donc la résistance née du frottement de ce corps, est proportionnelle, non à sa surface, mais à sa pesanteur.

La raison en est, que plus un Corps a de pesanteur, plus ses inégalités s'enfoncent dans les inégalités du corps qui les supporte; & qu'il faut, pour le retirer de ces petits enfoncemens, une force d'autant plus grande, qu'il a lui-même plus de pesanteur; ou une force proportionnelle à la pesanteur à vaincre. C. Q. F. D.

483. REGLE II. *La résistance occasionnée par le Frottement, équivalente à peu près au tiers de la pesanteur du corps qui produit le frottement.* (Fig. 47).

DÉMONSTRATION I. Il consiste par l'expérience, que si on pose sur un Plan horizontal AC, parfaitement poli, un Cube ou un Parallélopède R, pesant 30 livres: il faudra un poids P d'environ 10 livres, pour l'entraîner dans la direction RC du plan horizontal.

I°. Ce Corps R ne résiste point à son mouvement RC par sa pesanteur: puisque cette pesanteur est supportée & détruite par le plan; & qu'il est indifférent à cette pesanteur, de reposer ou sur le point A, ou sur le point R, ou sur

le point C du plan par-tout également éloigné du centre de la terre.

II°. Ce Corps R ne résiste point à son mouvement R C par sa simple force d'inertie ; puisque si ce corps R étoit un globe de 30 livres, il faudroit beaucoup moins de 10 livres en P, pour le faire mouvoir dans la direction R C en roulant sur sa circonférence.

III°. Le Corps R, de 30 livres, ne peut être entraîné de R en C, que par une force ou un poids d'environ 10 livres ; & la résistance qu'oppose ce corps R à son mouvement horizontal R C, ne peut être attribuée qu'à son frottement. Donc la résistance occasionnée par le frottement d'un corps, est égale au tiers de la pesanteur de ce corps ; ou est à ce corps, comme 1 est à 3.

DÉMONSTRATION II. Il consiste encore par l'expérience ; que si on incline peu à peu le Plan horizontal sur lequel porte un Cube ou un Parallélopède M ; ce Corps M ne se mouvra point en glissant de M en N, tant que l'angle d'inclinaison BAC, aura moins de 19 degrés 18 minutes : que quand cet angle BAC sera de 19 degrés 18 minutes ; le corps M sera sur le point immédiat de son mouvement ou de sa chute MN : en sorte que cet angle d'inclinaison BAC, ne pourra devenir plus grand, sans que le Cube M descende par sa propre gravité. (Fig. 47).

I°. D'après cette observation expérimentale, je raisonne ainsi. Le *Frottement*, qui seul empêche le Cube ou le Corps M de descendre, équivaut à une puissance qui feroit équilibre avec ce Cube, sur un Plan incliné où n'auroit lieu aucun frottement.

Or la puissance qui fait équilibre avec un tel corps appuyé sur un plan incliné & exempt de frottement (par exemple, avec un globe qui peut rouler librement sur sa circonférence), est à ce corps : comme la hauteur BC du plan, est à la longueur BA du même plan. (461).

II°. Il faut observer ici que la hauteur BC du plan, est le *Sinus de l'angle d'inclinaison BAC* ; & que la longueur BA du plan est égale à SA, qui est le *sinus de l'angle droit SAC*, ou le *Sinus total*. Donc la résistance née du frottement, est au corps qui occasionne ce frottement : comme le sinus de l'angle d'inclinaison, est au sinus total.

Mais le sinus d'un angle de 19 degrés 18 minutes, est au sinus total ; environ comme 1 est à 3 : ainsi qu'on peut le voir dans la Table des Sinus. Donc la résistance née du frottement, est aussi au corps qui occasionne ce frottement : à peu près comme 1 est à 3. C. Q. F. D.

484. COROLLAIRE. Il est facile d'évaluer, d'après ces principes, la *Quantité de force* que doit avoir la Puissance, pour vaincre & la résistance du poids & la résistance du frottement.

I°. Si la Résistance seule éprouve un frottement : la force de la puissance doit être supérieure d'un tiers au poids de la résistance. Par exemple, si la résistance est = 9, il faut que la puissance soit  $9 + 3$ .

Deux chevaux qui traînent une voiture doivent être en état de vaincre, outre le poids de la voiture & de tout ce qui la charge, une résistance égale au tiers du poids qui gravite sur les essieux.

Ainsi, si les essieux supportent un Poids de 1500 livres ; ils doivent être considérés comme supportant 2000 livres sans frottement ; parce que les essieux essuient un frottement qui occasionne une résistance égale à un poids de 500 livres.

II°. Si la Résistance & la Puissance occasionnent à la fois un frottement : la force de la Puissance doit être supérieure du double, au poids de la résistance. Par exemple, si le poids de la puissance est = 9 ; & le poids de la résistance = 9 : les deux poids occasionnent un frottement = 6.

Ainsi la quantité qu'il faudroit ajouter à la Puissance ; seroit 6. La Puissance sera donc déjà  $9 + 6 = 15$ .

Mais en ajoutant à la puissance un poids = 6 : on ajoute un nouveau frottement qui équivaut à 2. Ainsi il faudra ajouter 2 de plus à la Puissance qui sera maintenant  $9 + 6 + 2 = 17$ .

Mais en ajoutant 2 à la Puissance, on occasionne un nouveau frottement qui équivaut au tiers de ce poids. Il faut donc continuer d'ajouter à la Puissance, le tiers de la quantité précédente : jusqu'à ce qu'on parvienne à un poids assez petit, pour qu'on puisse le négliger sans crainte d'erreur.

Par conséquent, dans l'hypothèse présente,  $6 + 2 + \frac{2}{2} + \frac{6}{18} + \frac{1}{3}$ , est la quantité qu'il faudra ajouter à la puissance 9 : pour la mettre en état de vaincre, & la résistance du poids opposé, & la résistance occasionnée par la double cause de frottement.

485. APPLICATION. Pour faire mieux sentir cette théorie du Frottement : il est à propos de la montrer en détail, dans quelques exemples connus. (Fig. 61).

I°. Supposons que le poids R pese 300 livres : il occasionnera un frottement qui résistera autant que 100 livres de plus. La puissance, en agissant par les leviers *a b*, auroit donc équivalamment à vaincre une résistance R de 400 livres.

II<sup>o</sup>. Supposons que le cylindre MN pèse 150 livres. Quoique la puissance ne doive pas supporter ce poids qui repose sur les points d'appui MN : elle en supportera cependant le frottement, quand elle mettra la machine en mouvement. Ce frottement du cylindre est donc encore équivalent à un poids de 50 livres de plus pour le compte de la puissance, qui aura à lutter contre une résistance égale à 450 livres.

III<sup>o</sup>. Supposons que cette machine doive être mise en mouvement, par le bras d'un homme capable d'employer un effort soutenu & constant, égal à 60 livres.

Si les rayons prolongés  $ab$  ne sont que 6 fois plus grands que les rayons du cylindre : la *force relative* de cet homme, devenue 6 fois plus grande que sa force absolue, ne fera que comme 360. Elle ne sera donc pas suffisante contre la résistance à vaincre, qui est comme 450. Il faut donc augmenter encore la force de cet homme.

Pour cela, rendons ses leviers  $ab$ , 8 fois plus grands que les rayons du cylindre. La *force relative* de cet homme, par le moyen de son levier toujours 8 fois plus grand que celui de la résistance ; deviendra 8 fois plus grande que sa force absolue : elle sera  $60 \times 8 = 480$ , supérieure par là même à la résistance qui n'est que 450. Cet homme pourra donc vaincre par l'effort de son bras, & la résistance du poids, & la résistance du frottement.

IV<sup>o</sup>. Supposons que cet homme, au lieu de mouvoir la machine par l'effort de son bras doive la mouvoir par le poids de son corps, en marchant dans un tambour ; & qu'il pèse 150 livres. Il occasionnera un frottement nouveau qui sera le tiers de sa pression, ou de 50 livres de plus.

Il faudra donc qu'il ait des leviers, tels qu'avec son poids de 150 livres, il puisse vaincre le poids  $R = 300$  livres, le frottement de ce poids  $= 100$  livres, le frottement du cylindre & du tambour  $= 50$  livres, le frottement ajouté par son propre poids  $= 50$  livres.

486. REMARQUES. I<sup>o</sup>. La *Règle générale* que nous avons établie sur le frottement, doit nécessairement souffrir quelques variations, à raison de la diversité qui se trouve dans la nature des corps solides, dont l'adhérence, la roideur, la compressibilité, l'élasticité, varient à l'infini.

Ainsi cette règle ou cette loi générale, dans l'état physique des choses, ne peut & ne doit conduire qu'à des approximations qui suffisent dans la pratique, où l'on n'a pas absolument besoin de la précision mathématique.

II<sup>o</sup>. Nous devons avertir aussi que, selon les expériences de Messieurs Muschembroek & Nollet, un même Corps à sur-

faces inégales, éprouve quelquefois un peu plus de résistance ou de frottement, en se mouvant sur la surface plus grande, qu'en se mouvant sur la surface plus petite : ce qu'il ne s'accorde pas avec les expériences de Desaguliers, que nous avons adoptées.

Mais ces Auteurs avouent aussi que le frottement relatif à la grandeur des surfaces, est incomparablement moindre que le frottement relatif à la grandeur des masses. Ainsi on peut absolument négliger la très-petite augmentation de frottement occasionnée par la différence des surfaces : si cette augmentation, contredite par d'autres expériences, est réelle.

#### POIDS ET ROIDEUR DES CORDES.

487. OBSERVATION. Les Cordes qui servent à soutenir & à élever les corps, résistent à la puissance opposée, & par leur poids & par leur roideur.

Leur Poids doit être considéré comme faisant partie ou de la résistance ou de la puissance, selon qu'il favorise ou la première ou la dernière.

Leur Roideur est la résistance qu'elles opposent à leur courbure : résistance d'autant plus grande, que la Corde a plus d'épaisseur & souffre une plus grande inflexion.

488. REGLE I. Les Poids des cordes, de même matière & de même longueur, sont entre eux ; comme les quarrés des diametres des cordes.

DÉMONSTRATION. Les Cordes étant des especes de Cylindres : deux Cordes de même longueur, sont entre elles ; comme deux cylindres de même hauteur.

Deux Cylindres de même hauteur, sont entre eux comme leurs bases : qui sont deux cercles. (Math. 619).

Deux Cercles sont entre eux, comme les quarrés de leurs diametres. (Math. 500).

Donc deux Cordes de même longueur sont entre elles ; comme les quarrés de leurs diametres. C. Q. F. D.

489. REGLE II. Quand les Cordes, qui élevent des poids, se courbent en lignes circulaires ou spirales sur des cylindres : il consiste par les expériences du savant Mécanicien Amontons, que la Résistance occasionnée par leur Courbure, est en raison directe des poids qui les tendent, en raison directe de leurs propres diametres, en raison inverse des diametres des cylindres qu'elles embrassent.

EXPLICATION. 1°. Cette Courbure est en raison directe des poids qui les tendent. De sorte que si deux cordes d'égal

A a ij



épaisseur, sont tendues, l'une par un poids de 30 livres, l'autre par un poids de 10 livres: la résistance de la première à sa courbure, sera trois fois plus grande que celle de la dernière.

II°. Cette Courbure est *en raison directe de leurs propres diamètres*. De sorte que si deux cordes, tendues par un même poids, se courbent sur un même cylindre, & que le diamètre de la première, soit quadruple du diamètre de la seconde: la résistance de la première à sa courbure, sera quatre fois plus grande que celle de la seconde.

III°. Cette Courbure est *en raison inverse des diamètres des cylindres qu'elles embrassent*. De sorte que si deux cordes égales, tendues par des poids égaux, se courbent autour de deux cylindres, dont le premier ait un diamètre double du second: la corde qui embrassera le premier cylindre, opposera à sa courbure une résistance comme 1; & la seconde, une résistance comme 2.

490. REMARQUE Cette dernière théorie exige encore les trois petits éclaircissements, que nous allons ici lui donner.

I°. Le même Mécanicien, M. Amontons, donne une *Méthode générale*, pour évaluer la résistance occasionnée par la Roideur des cordes; & voici la substance & le fond de cette méthode.

Après avoir observé qu'une Corde d'une ligne de diamètre, tendue par un Poids d'une livre, en s'infléchissant autour d'un Cylindre d'un doigt de diamètre, opposoit par sa roideur, une résistance égale à une demi-once, qui est la trente-deuxième partie d'une livre:

Il généralise ce rapport, pour l'appliquer & à tous les cylindres & à toutes les cordes & à tous les cas possibles, par cette proportion: le diamètre du cylindre, ou le nombre de doigts qu'il renferme, est au diamètre de la corde, ou au nombre de lignes qu'il contient; comme le poids suspendu à la corde, ou le nombre de livres qu'il pèse divisé par 32, est à un quatrième terme qui exprimera le poids qui feroit équilibre avec la résistance qu'oppose la roideur de la corde.

Soit, par exemple, le diamètre du cylindre autour duquel doit s'infléchir la corde, = 12 doigts; le diamètre de la corde, = 3 lignes; le poids qui tend la corde, = 128 livres: on aura,  $12 \cdot 3 : \frac{128}{32} = 4 \cdot x$ .

En multipliant les deux moyens 3 & 4 l'un par l'autre: on aura pour produit 12, qui divisés par le premier terme 12, donneront 1 pour quotient. Ainsi 1 exprime une livre, qui répond à la résistance née de la Roideur de la corde à s'infléchir: qui détermine par-là même, la quantité qu'il faut

ajouter à la Puissance , pour la mettre en état de vaincre cet obstacle.

II<sup>o</sup>. Tout le monde sait que *les Cord's non-métalliques*, se raccourcissent en s'humectant ; & s'allongent en se séchant.

Quand elles s'humectent l'interposition du Liquide , en écarte les filamens , qui augmentent leur diamètre aux dépens de leur longueur. Quand elles se séchent : l'évaporation du Liquide , remet les filamens dans leur premier état ; & leur longueur augmente aux dépens de leur diamètre.

III<sup>o</sup>. Il conste par les expériences du célèbre de Reaumur , que dix Fils , par exemple , qui auroient chacun précisément une force suffisante pour soutenir un poids d'une livre , n'auroient pas une force suffisante , étant tortillés ensemble & formant une même ficelle , pour soutenir un Poids de 10 livres.

Donc le *Tortillement* qui unit les fils en une même corde , loin de les fortifier , les affoiblit.

491. CONCLUSION. La *Maniere* & le *Mouvement* , tel est le double principe , le double-constitutif , d'où résulte uniquement l'Universalité des êtres sensibles & inanimés !

Après avoir considéré dans leur généralité , ces deux Principes féconds : il nous reste à les observer en particulier & à les suivre en détail , dans les différens théâtres de la Nature , dans l'élément de la terre , dans l'élément de l'eau , dans l'élément de l'air , dans l'élément de la lumière & du feu , dans les globes & dans les espaces célestes.

Le Globe que nous habitons , le *Globe terrestre* , n'est qu'un point dans l'immensité des choses. Mais ce Point mérite notre première & principale attention , par la foule inatarrissable d'objets intéressans qu'il nous présente : parce que les choses nous intéressent , non en raison de leur grandeur absolue , mais en raison de leur proximité , de leur utilité , de leur rapport avec nous.





# ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE.

## SIXIÈME TRAITÉ.

### THÉORIE DE LA TERRE.

DANS cette Théorie de la Terre, nous nous bornerons à donner une idée générale de ce qui concerne sa Constitution, son Antiquité, ses trois Regnes. Tel va être l'objet des trois Sections suivantes.

#### PREMIÈRE SECTION.

##### IDÉE GÉNÉRALE DU GLOBE TERRESTRE.

LA Terre & la Mer forment ensemble un Sphéroïde, ou une espèce de Globe, renflé vers son équateur & aplati vers ses poles. Ce globe ou ce sphéroïde, immensément grand par rapport à nous, infiniment petit en comparaison du reste de la Nature, paroît posé & fixé immobilement sur lui-même, au milieu de l'espace immense, au centre du firmament, sensiblement à égale distance des différens Corps célestes qui font ou paroissent faire chaque jour autour de lui leur révolution. Tel est l'objet que nous allons examiner & en lui-même & dans ses différens rapports & dans ses plus frappans phénomènes.

##### AXE, POLES, ÉQUATEUR, MÉRIDIEN.

492. DÉFINITIONS. Quoique ces quatre objets soient spé-

cialement du ressort de l'Astronomie : il paroît nécessaire d'en donner ici une idée générale & préliminaire (Fig. 70.)

I°. Une ligne droite MCN, menée du midi au nord par le centre de la Terre vers les deux points du ciel autour desquels tout le ciel paroît faire chaque jour sa révolution, est l'*Axe de la Terre*; lequel indéfiniment prolongé de part & d'autre jusqu'au Firmament, devient l'*Axe du monde*.

Les points M & N, qui terminent cet axe de part & d'autre dans le globe terrestre, sont les *Poles de la terre*: les deux points *m* & *n* où cette ligne indéfiniment prolongée aboutit dans le ciel, sont les *Poles du monde*.

II°. Si on prend dans le globe terrestre un cercle ACBA, qui ait pour centre le centre même du globe, & dont la circonférence soit par-tout également éloignée des deux poles MN; ce cercle sera l'*Equateur* de la terre.

L'Equateur, perpendiculaire à l'axe, divise le globe terrestre en deux Hémisphères égaux, dont l'un ANBA est au nord, & l'autre AMBA est au midi.

III°. Si on prend dans ce globe, un cercle NCMN, qui ait pour centre le centre même du globe, & dont la circonférence passe par les deux poles MN; ce cercle sera le *Méridien* de tous les lieux où passera sa circonférence.

Le Méridien divise la Terre en deux hémisphères égaux, dont l'un NBMN est à l'orient, & l'autre NAMN est au couchant.

IV°. Comme la Terre est aplatie vers les poles & renflée vers l'équateur : le rayon CN ou CM, mené du centre aux poles, est plus court que le rayon CA ou CB mené du centre à l'équateur. Le premier CN ou CM, est plus court que le second CA ou CB, d'environ six ou sept lieues communes de France. (255).

#### MERS, CONTINENS, ISLES.

493. DESCRIPTION. La surface du Globe que nous habitons, envisagée dans toute son étendue, est en partie solide & en partie liquide : mais la partie solide n'est qu'environ un tiers de la partie liquide. (Fig. 70).

I°. On nomme *Continent*, une immense étendue de terre-ferme, qui n'est ni séparée ni divisée par la mer. Telles sont l'Europe, l'Asie, l'Afrique; qui forment l'ancien Continent, ou l'ancien monde: telle est l'Amérique, qui forme le nouveau Continent, ou le nouveau monde.

II°. On nomme *Isle*, une étendue plus ou moins considérable de terre-ferme, que la mer environne de toutes parts. Telles sont l'Angleterre, l'Irlande, la Corse, la Sicile, & ainsi du reste.

III°. On nomme *Mers*, cette immense étendue d'eaux salées, qui environnent les Continens & les Iles.

La plus grande partie de la surface solide & liquide du globe terrestre, est connue : mais il y a encore des plages immenses à connoître. Quoiqu'on ait fait plusieurs fois le tour du monde, depuis Magellan jusqu'à nos jours, on n'a pas encore tenté assez efficacement la découverte d'un espace immense, situé entre le Tropique du capricorne TV, & le Pole austral M. Ombre immortelle des Christophe Colom, votre gloire ne fera-t-elle point d'imitateurs de votre courage !

LES DIFFÉRENTES ZONES TERRESTRES.

494. DESCRIPTION. On divise communément la surface du Globe terrestre, en cinq Zones, ou en cinq larges Bandes, d'occident en orient. Comme la Terre est à peu près sphérique ; un demi-cercle mené d'un pôle à l'autre, embrasse la moitié de sa surface ; & le milieu de ce demi-cercle répond à l'Equateur. C'est sur ce Demi-cercle NCM, que l'on prend & que l'on mesure les Zones dont nous allons parler. (Fig. 70).

I°. A 23 degrés & 28 minutes en-deçà & en-delà de l'Equateur ACB ; faites passer par la pensée, à travers la Terre, deux plans RSR & TVT, paralleles entre eux & paralleles à l'Equateur.

L'espace RSVT, intercepté entre ces deux plans, est la Zone torride ; que l'on divise quelquefois en Zone torride septentrionale ABSR, & en Zone torride méridionale ABVT.

II°. A 66 degrés & 32 minutes en-deçà & en-delà de l'Equateur, faites passer par la pensée, à travers la Terre, deux nouveaux plans, paralleles à l'Equateur, & paralleles aux deux plans précédens, dont l'un est au nord & l'autre au midi de l'Equateur.

L'espace HKSR, intercepté entre les deux plans septentrionaux, est la Zone tempérée septentrionale.

L'espace TVGF, intercepté entre les deux plans méridionaux, est la Zone tempérée méridionale.

III°. L'espace HKNH, intercepté entre le pôle septentrional & le plan voisin HK, est la Zone glaciale septentrionale.

L'espace FGMF, intercepté entre le pôle méridional & le plan voisin FG, est la Zone glaciale australe.

IV Les deux plans RS & TV forment sur la Terre les deux Tropiques, le Tropique du cancer RSR, & le tropique du capricorne TVT,

Les deux plans HK & FG forment les deux *Cercles polaires*, l'un HKH au nord ; l'autre FGF au midi : l'un & l'autre éloignés des Poles voisins, de 23 degrés & environ 28 minutes ; précisément autant que les Tropiques sont éloignés de l'Equateur.

V°. Il est aisé de se rendre sensible la *Formation géométrique* des Cercles qui interceptent & circonscrivent ces zones. Car,

Si on conçoit que le Rayon CA ou CB, indéfiniment prolongé, fasse une révolution autour de l'axe terrestre MCN, en restant toujours perpendiculaire à cet axe : ce rayon CA décrira l'*Equateur terrestre* ABA sur la terre ; & l'Equateur céleste *aba*, dans l'immensité des espaces célestes.

Si le Rayon CR fait une révolution autour de l'axe terrestre MCN, formant toujours sur le plan de l'Equateur, un angle de 23 degrés & environ 28 minutes : l'extrémité R de ce rayon décrira sur la terre, la circonférence RSR du *Tropique du cancer* ; & son extrémité prolongée décrira de même dans le ciel, la circonférence *rsr* du tropique du cancer céleste. Le rayon CT décrira de la même manière sur la terre & dans le ciel, la circonférence TVT du *Tropique du capricorne*.

Si le Rayon CH fait une révolution autour de l'axe terrestre MCN, formant toujours sur le plan de l'Equateur un angle de 66 degrés & environ 32 minutes : l'extrémité H de ce rayon, décrira la circonférence HKH du *Cercle polaire boréal* sur la terre ; & son extrémité prolongée décrira de même dans le ciel la circonférence du Cercle polaire céleste *hkh* autour du pôle boréal. Le Rayon CF ou CG décrira de la même manière sur la terre & dans le ciel, la circonférence FGF du *Cercle polaire austral*.

#### LONGITUDE ET LATITUDE TERRESTRES.

495. DÉFINITION. Comme la partie de la Terre qui étoit connue des Anciens, avoit plus d'étendue d'occident en orient, que du nord au midi : on nomma *Longitude*, son étendue d'occident en orient ; & *Latitude*, son étendue du nord au midi. (Fig. 70).

I°. La *Longitude* se prend & se mesure sur l'Equateur : en comptant les degrés, depuis le Méridien qui passe par le milieu de l'île de Fer, au couchant de l'Afrique.

II°. La *Latitude* se prend & se mesure sur le Méridien d'un lieu : en comptant les degrés, depuis l'Equateur.

La Latitude se divise en *Latitude septentrionale* & en *Latitude méridionale*. Une ville ou une montagne placée en H ou en K, sous le cercle polaire boréal, est à 66 degrés

& 32 minutes de Latitude boréale ou septentrionale. Une autre ville ou un autre point quelconque de la surface Terrestre, placés en T ou V, sous le Tropique du capricorne, est à 23 degrés & 28 minutes de latitude australe ou méridionale ; & ainsi du reste.

### SURFACE DE LA TERRE.

OBSERVATION. Selon les *modernes Mesures géométriques* : la moyenne Circonférence de la Terre est d'environ 8984 lieues communes de France ; & le Moyen diamètre de la Terre, d'environ 2860 lieues communes, qui font 6540820 toises, qui font 39244920 pieds. (Fig. 70).

I°. Comme la surface d'une Sphere est le produit de sa circonférence par son axe (Math. 573) ; & que la figure de la Terre est à peu près sphérique il s'ensuit que la Surface de la Terre, est le produit de 8984 par 2860 lieues communes. Or  $8984 \times 2860 = 25,694,240$ .

La surface de la Terre renferme donc environ 25,694,240 lieues quarrées.

II°. La Lieue commune, dont il est ici question, étant de 2287 toises : chaque lieue commune renfermera  $2287 \times 2287$  toises quarrées, ou 5,230,369 toises quarrées.

En multipliant ce nombre de toises quarrées, que contient la lieue quarrée, par le nombre de lieues quarrées que contient la surface terrestre : on aura le nombre de *Toises quarrées* que renferme la surface terrestre : savoir, 134,390,356,374,560 toises quarrées.

III°. La Toise quarrée renferme 36 pieds quarrés. Ainsi, en multipliant ce dernier nombre de toises quarrées par 36 : on aura le nombre de *Pieds quarrés* que contient la surface du Globe terrestre ; savoir, 4,838,052,829,484,160 pieds quarrés.

497. REMARQUE. Si on veut avoir égard à la *Figure ellipsoïdale de la Terre*, aplatie vers les poles & renflée vers l'équateur : on aura à peu près les mêmes produits pour sa surface. (Fig. 70).

Car la surface d'un Sphéroïde ellipsoïdal, aplati vers les poles & renflé vers son équateur, est à très-peu près égale à la surface d'une Sphere qui auroit pour diamètre, une *Moyenne proportionnelle* entre le grand axe du Sphéroïde, qui est ici le diamètre de l'Equateur renflé ; & le petit axe du même Sphéroïde, qui est ici l'axe de la Terre. (Math. 755).

Les deux Produis de cette surface sphérique, donneront une surface égale à fort peu près à celle de la Terre ; ou 25,694,240 lieues quarrées. Ce que le diamètre de l'E.

quateur a de plus que le moyen diametre  $xy$ , à cause du renflement ; l'Axe terrestre l'a de moins que le moyen diametre, à cause de l'applatissement : le résultat du Calcul est donc le même que le précédent ; ou du moins il en differe assez peu, pour qu'on puisse en négliger la différence, dans un Sphéroïde aussi peu applati que celui de la Terre.

MONTAGNES ET VALLÉES.

498. OESERVATION. La Terre est hérissée de toute part, de *Montagnes plus ou moins élevées* ; les unes isolées, les autres garnies de groupes de monticules ; la plupart épanouies en chaînes irrégulieres, dont les sommets, tantôt arides & pelés, tantôt couverts de forêts ou de prairies, ici terminés en angles, là évafés en entonnoir, semblent dominer dans la région de l'air, & commander aux vallées qui les environnent. Parmi ces Montagnes, les unes paroissent antérieures & les autres postérieures au Déluge.

1°. La formation des *Montagnes anti-diluviennes*, c'est-à-dire de ces principales chaînes de montagnes, dont les sommets tourcilleux s'élevent à une hauteur considérable dans la région de l'air, au dessus de la surface de la Mer & de la Terre, ne souffre & ne doit souffrir aucune explication physique : parce que la nature & la constitution de ces montagnes ne présentent rien qui puisse être regardé comme une dépendance des Loix générales de l'Univers.

Par quelles *Loix de la Nature*, des sables répandus sur la surface de la Terre, iront-ils former aujourd'hui, au voisinage de Paris, ou dans l'immense Mer Pacifique, un Pic de Ténériffe ou un mont Atlas ? Il est évident que les Loix de l'impulsion & de l'attraction, que les phénomènes du flux & du reflux, que les causes naturelles quelconques, ne peuvent rien opérer de semblable : comme nous l'avons fait voir dans nos *Elémens de Métaphysique*, en réfutant les vains délires de Telliamed sur cet objet. (*Mét.* 619 & 622).

Il est clair que les Montagnes principales & primitives doivent leur formation à un Être incréé & créateur qui, infiniment puissant & infiniment libre, a formé la Terre, ainsi que le Ciel, comme il lui a plu : avant de soumettre & la Terre & le Ciel, à des Loix physiques, destinées à conserver, à perpétuer, à modifier son Ouvrage.

Il faut donc nécessairement reconnoître que ces *Montagnes anti-diluviennes* doivent purement & simplement leur origine à l'action créatrice du Tout-puissant ; qui, en formant le Globe terrestre, ne pouvoit le former sans lui donner une constitution modifiée & terminée d'une façon quel-



conque. Or, il plut au Créateur, au commencement des tems, de donner à la Terre une constitution & une configuration terminées en telles & telles montagnes, qu'il jugea nécessaires ou convenables à la sagesse & à la bienfaisance de ses vues adorables.

II°. La formation des *Montagnes post-diluviennes*, c'est-à-dire, de ces montagnes subalternes qui paroissent être d'une récente origine, souffre & exige quelquefois une explication physique: parce que ces sortes de montagnes présentent des phénomènes relatifs à des Causes physiques, à des évènements postérieurs à la Création; tels que les coquillages fossiles, les arbres, les ossemens d'animaux, qu'on trouve pétrifiés dans leur sein.

Il est clair que le Déluge général, que les divers tremblemens de Terre, que l'éruption des Volcans, que la violence des Ouragans, que le débordement des Rivieres & des Mers, peuvent avoir accumulé successivement en mille & mille manieres, des terres, des sables, des substances de toute espece: qui naturellement durcies & crySTALLISÉES, auront donné à la Terre, des *Montagnes nouvelles*, qu'elle n'avoit pas dans son origine primitive; ou qui auront fait des changemens & des augmentations, dans les Montagnes qu'elle avoit dans sa primitive constitution.

Par exemple, quelques *petites Montagnes d'Afrique*, paroissent devoir leur origine aux épouvantables ouragans qu'essuient fréquemment ces contrées; & qui y accumulent d'espace en espace, d'énormes tas de sable. Si ces tas de sable ont le tems de prendre un contact assez immédiat, pour acquérir de l'adhérence; & si les pluies leur apportent des matieres hétérogenes qui emplissent leurs interstices & lient entre elles leurs parties: ces tas de sable deviendront dans la suite des tems, de vraies montagnes; dans lesquelles la Postérité pourra trouver & des arbres & des animaux & des troupes de Voyageurs, plus ou moins profondément ensevelis, plus ou moins parfaitement pétrifiés.

III°. La Mer a aussi ses Montagnes intérieures & extérieures. Les terres & les sables que les Fleuves voient sans cesse dans son sein, peuvent avoir contribué, avec les autres Causes dont nous venons de parler, à altérer dans la mer, comme sur la terre, les montagnes primitives; & à leur en substituer ou associer de nouvelles.

#### VOLCANS, TREMBLEMENS DE TERRE.

499. OBSERVATION. On voit en différentes contrées de la terre, des gouffres montueux, que l'on nomme *Volcans*; tantôt vomir avec impétuosité des fleuves embrasés de ma-

rières sulphureuses & bitumineuses ; tantôt lancer comme une grêle d'éclats de pierres , les unes calcinées , les autres plus ou moins vitrifiées & en scories ; tantôt darder de leur sein , des torrens de fumée , des tourbillons de vapeurs , des nuées de cendre , avec une force incomparablement supérieure à celle de la poudre qui prend feu dans une mine souterreine , & à celle du tonnerre qui éclate dans les airs & se précipite sur la terre.

1°. Les *éruptions des Volcans* , ne sont ni permanentes , ni périodiques : tantôt plus & tantôt moins fréquentes & violentes , elles sont ordinairement précédées de bruits souterreins , semblables à ceux du tonnerre qu'on entend gronder au loin. Un mugissement affreux , un fracas épouvantable , un déchirement intérieur , annoncent communément le phénomène désastreux qui va épouvanter & désoler le voisinage. Les matieres contenues dans l'intérieur du bas-fon , communément évafé en forme d'entonnoir irrégulier , commencent à bouillonner. Elles se gonflent quelquefois au point de sortir par dessus les bords de la bouche du volcan : d'où elles coulent ensuite en torrens embrasés le long de la pente des montagnes , où elles se figent & se durcissent , & forment les *Laves*.

Ces phénomènes désastreux ont pour cause , des feux terribles , recelés dans le sein de ces montagnes , & occasionnés par d'énormes amas de matieres combustibles , que la fermentation échauffe & embrase en différens tems. L'action de ces *Feux souterreins* , excitée par le ressort de l'air & fortifiée par la vapeur de l'eau , est incomparablement supérieure à l'action de nos fourneaux les plus ardents. Elle dévore , calcine , ou vitrifie les matieres les plus rapaces , les plus apyres , les plus réfractaires : comme on le voit par la nature de certains morceaux de *Laves* , dont une partie est vitrifiée ; & l'autre , qui est calcinée , résiste à la violence du feu ordinaire de tous nos fourneaux.

L'action de ce feu souterrein qui forme les *Volcans* , & qui mine au loin les voûtes des *Montagnes* , est quelquefois si grande , & sa force expansive si violente ; qu'elle produit par sa réaction , des *Tremblemens de Terre* , ou des secousses assez fortes pour agiter violemment des contrées entières , pour soulever & déplacer la mer , pour fendre & renverser des montagnes , pour détruire & engloutir des villes entières , pour ébranler & abattre les édifices les plus solides à des distances immenses : comme il conste par l'histoire ancienne & moderne des *Tremblemens de terre* , dont ces feux souterreins sont l'unique ou la principale cause.

Dans un *Tremblement de Terre* , la partie qui essuie la com-

motion, a un mouvement qui ne lui est pas commun avec la masse entière du globe. Ce mouvement, cette agitation, consiste dans un soulèvement & dans un affaissement alternatifs de cette portion de la terre : tandis que le reste du globe, demeure sensiblement dans son assiette ordinaire.

II°. Les Volcans sont des *soupiraux de la terre* : ils donnent issue aux feux qui s'allument dans son sein. Plus ces feux souterrains ont un libre passage au dehors : moins ils ont de réaction, moins ils occasionnent de tremblemens de terre.

Imaginez une Mine qui prend feu sous un Bastion. Si la matière inflammable peut faire librement son éruption par une fente ou par une ouverture quelconque : le bastion échappe à son action & à sa réaction. Mais si l'éruption est captivée de toute part la force explosive de la matière enflammée fait son effort, & contre la masse entière de la terre qui résiste immensément, & contre le bastion qui résiste infiniment moins. La masse de la terre reste sensiblement tranquille ; & le bastion qui cède à l'action du ressort débordé contre lui, reçoit toute l'impulsion de ce ressort, & est emporté au loin dans les airs, avec une violence proportionnelle à la cause qui agit sur lui.

On voit par là que les éruptions des Volcans, ne doivent pas toujours produire des tremblemens de Terre : que ces volcans sont un bienfait de la Providence, qui a ménagé cette voie pour soustraire la Terre à de plus grands défastres.

III°. Parmi les *Montagnes ignivomes*, les plus célèbres sont le Vésuve en Italie auprès de Naples, l'Erna en Sicile, l'Hécla en Islande, le Kamschatka dans la grande Tartarie, le Mont Albours près du mont Taurus en Asie, le Pic de Ténériffe aux Canaries, la Caverne appelée Beniguafeval dans le royaume de Fez en Afrique, le volcan d'Aréquipa dans le Pérou ; & ainsi du reste.

#### LE FEU CENTRAL, SA CHIMERE.

500. OBSERVATION. Le Peuple regarde les Volcans, comme des soupiraux ou des bouches de l'Enfer, qu'il place, sans savoir pourquoi, au centre de la Terre. Quelques Philosophes, parmi lesquels on peut compter le fameux Descartes, ont imaginé, à l'occasion des mêmes Volcans, un *Feu central* dans la Terre ; ou d'immenses Fournaises, toujours allumées dans l'intérieur & vers le centre du globe terrestre, & destinées à communiquer, du centre à la surface de la terre, par une infinité de pores entr'ouverts, un feu ménagé, propre à animer & à vivifier la Nature. D'au

tres Phylofophes , d'après les Leibnitz , les Telliamed , les de Buffon , regardent le Globe terrestre , comme ayant été anciennement calciné & vitrifié dans toute fa Profondeur , & comme conservant encore un reste de sa primitive chaleur , laquelle va toujours en décroissant & en s'affoiblissant de plus en plus. Les *deux dernieres Opinions* sont tout aussi faibles & tout aussi destituées de fondement , que la premiere : comme on le sentira aisément , en les confrontant de sang froid , avec les chimériques suppositions d'où on les fait dériver , avec les fondemens ruineux sur lesquels on les appuie , avec les absurdes conséquences où elles conduisent.

I°. La Terre n'a d'autre feu intérieur , d'autre Principe interne de chaleur , que le *Feu élémentaire* qui a été primitivement uni & incorporé à toute sa Substance ; & que cette partie accessoire du feu élémentaire qu'elle emprunte véritablement du Soleil , ou qu'elle doit accidentellement à la fermentation & à l'inflammation des matieres combustibles , posées sur sa surface , ou renfermées à peu de profondeur dans son sein ; & aucune expérience plausible & décisive n'a encore prouvé le contraire.

Le feu des Volcans a pour cause & pour aliment , des mines plus ou moins grandes de matieres sulphureuses , bitumineuses , & autres semblables , qui fermentent , s'enflamment , font leur explosion , & se dissipent. Ces feux souterrains n'annoncent pas plus un feu central dans la terre : que la poudre qu'on met dans un Mortier , dans un Canon , sous un Bastion , n'annonce un feu central dans ces différents Corps.

II°. Dans les entrailles de la Terre , dans les souterrains qui n'ont point de libre communication avec l'air extérieur , il y a par-tout une égale & constante température en toute saison , en hiver comme en été : comme il est aisé de s'en convaincre par le moyen du Thermometre , qui s'y soutient toujours à environ dix degrés au-dessus du point de la Congélation. (210).

Cela vient de ce que le feu libre , le feu élémentaire , le feu non-combiné , qui se trouve répandu & logé dans les pores de tous les corps , est toujours sensiblement en même quantité , dans les substances qui ne se trouvent point exposées aux vicissitudes des saisons , aux divers aspects du soleil , aux différentes températures de l'atmosphère.

III°. Les *Eaux minérales* , qui sont chaudes à leur source , doivent leur chaleur , ou à des mines embrasées auprès desquelles elles coulent , ou à des substances hétérogenes qui fermentent & quelquefois se combinent avec elles dans l'intérieur de la Terre ; & non à un chimérique Feu central ,

dont l'idée anti-philosophique est diamétralement opposée à tout ce que l'expérience & la raison nous apprennent sur la théorie du Feu : lequel ne peut persévérément subsister, sans le concours d'un air libre & élastique, qui soit sans cesse renouvelé ; sans un aliment toujours nouveau, qu'il puisse consumer & dissiper : ce qui évidemment ne peut avoir lieu, dans les fabuleuses cavités qu'on imagine vers le centre de la Terre.

Quant à la ressource qu'on pourroit se ménager à cet égard, avec Leibnitz, avec Telliamed, avec de Buffon, du côté d'un antique embrasement & d'une antique vitrification du Globe terrestre : nous ne croyons pas qu'elle mérite une sérieuse réfutation dans un Ouvrage élémentaire, qui doit être destiné à établir des *Vérités utiles* ; & non à combattre des Romans frivoles & incohérens, où rien n'étend & ne perfectionne les idées, où tout porte visiblement l'empreinte & du fabuleux & du chimérique.

#### FORMATION DU GLOBE TERRESTRE.

501. OBSERVATION. Aristote suppose la Terre existante de toute éternité : Epicure la fait naître du concours fortuit d'un nombre infini d'atomes éternels : Telliamed, flottant entre ces deux Hypotheses, se borne à lui donner des métamorphoses éternelles en astre opaque & en astre lumineux : métamorphoses anti-philosophiques, qui peuvent à peine figurer à côté de celles des Contes des Fées, dont s'amusaient encore des enfans de tout âge. Tous ces systèmes, dont nous avons démontré l'absurdité dans le quatrième traité de notre Métaphysique, ne méritent aucune attention de la part d'un Physicien.

I°. Dans tout Système raisonnable, & selon tous les Physiciens éclairés, la Terre doit sa formation & son existence à un Artiste suprême, incréé & créateur, seul auteur, seul moteur, seul conservateur de la Nature. Il n'y a point de partage d'opinions, sur cet objet ; non plus que sur le séjour plus ou moins long des eaux de la Mer, sur toutes les contrées du globe que nous habitons.

II°. Mais la structure qu'a la Terre aujourd'hui, est-elle, pour le fond des choses, la structure primitive qu'elle reçut du Créateur ? Ou bien cette structure présente a-t-elle été successivement produite par les Causes physiques ? Tel est l'objet des recherches des Physiciens.

Les uns, plus amateurs du merveilleux que de la vérité, aiment à se perdre dans une immensité de siècles : pour donner à la terre le tems de se minéraliser & de se cristalliser

liser au sein des eaux ; & de se convertir en continens , en mers , en isles , en montagnes , par l'influence des Causes physiques.

Les autres , plus amateurs de la vérité que du merveilleux , étudient tranquillement la Nature & l'Histoire pour en extraire des principes inébranlables , propres à fixer leur incertitude. On trouve parmi ces derniers , les plus grands Physiciens , les plus célèbres Naturalistes : qui supposant la Terre toute formée au commencement des tems , au tems de la Création , attribuent à l'universalité du Déluge & à l'influence des Causes naturelles , les phénomènes & les monumens singuliers que présentent la surface & l'intérieur de la Terre dévastée.

PROPOSITION.

502. *L'état actuel de la Terre , ne présente rien dont on ne rende raison par l'universalité du Déluge , & par l'influence des Causes naturelles.*

DÉMONSTRATION. I°. Etant supposé & démontré que le Globe terrestre , ainsi que toute la Nature , doit son existence à un Être incréé & créateur , comme nous l'avons fait voir assez au long dans le quatrième traité de notre Méta-physique ; il est absurde de se tourmenter pour expliquer sa formation : puisqu'il est clair qu'ayant été créé pour les êtres vivans , il doit avoir été créé avec les principes & les constitutifs qu'il présente , & dans lesquels on ne voit rien qui ait dû les dénaturer.

Il est donc inutile & absurde d'aller se perdre dans une immense révolution de siècles , & dans un ténébreux délabyrinthe de causes tantôt romanesques , tantôt chimériques : pour expliquer un phénomène qui n'exige aucune explication ; pour rendre raison de la Formation d'un globe , qui a dû naître tout formé.

II°. Il n'en est pas de même des Mutations & des Altérations de ce globe. S'il ne faut point de Cause physique , pour expliquer sa formation : il en faut pour rendre raison des changemens qu'on y observe , & des phénomènes qu'on voit être étrangers à sa primitive constitution.

Par exemple , comme il seroit inepte & absurde de demander pourquoi il y a de la marne , de l'eau , des sables , des plantes , des montagnes , des vallées dans notre globe , puisque ce globe étant destiné à être l'habitation des êtres vivans de toute espèce , devoit avoir tout cela pour fournir à leurs besoins , relativement aux vues du Créateur : de même , quand on demande pourquoi , au sein de cette

marne, de ces sables, de ces pierres, de ces eaux, de ces vallées, de ces montagnes, se trouve une ville enterrée, comme Herculane en Italie, ou une suite de 72 villages engloutis, comme auprès de Gertruidenberg en Hollande; il seroit absurde de répondre que cette ville & ces villages y ont été placés par le Créateur; parce qu'il est évident que ces derniers objets sont étrangers à la constitution primitive du globe terrestre.

Or, parmi les phénomènes qu'on observe dans la surface & dans l'intérieur de la Terre, & dans lesquels on aperçoit quelque chose d'étranger à la *Constitution primitive* de ce globe: il n'y en a aucun dont on ne puisse aisément rendre raison par l'universalité du Déluge, & par l'influence des Causes naturelles, telles que les tremblemens de terre, les débordemens des mers & des rivières, l'embrasement & l'éruption des volcans, l'affaissement des terres & des montagnes, l'incendie des forêts & des villes, la violence des ouragans, des typhons, des trombes: principes si féconds & si durables, qu'on ne peut assigner aucune borne aux effets infiniment variés & infiniment multipliés qui peuvent en résulter.

Donc l'universalité du Déluge & l'influence des Causes naturelles, peuvent rendre raison de tout ce qu'il y a de phénomènes surprenans, dans l'état actuel de notre globe.  
G. Q. F. D.

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

503. OBJECTION I. Les gros anneaux destinés à amarrer les vaisseaux, les poteaux, les chaînes, les ancres; les débris de navire, les pêcheries détruites, les ports comblés, que l'on trouve dans l'intérieur de l'Égypte & dans quelques autres contrées, bien avant dans les terres, annoncent qu'il y a eu un tems où ces régions étoient des côtes maritimes. Dira-t-on que cet *attirail de Navigation*, existoit avant le Déluge? Dira-t-on que ces ravages ont été opérés par le Déluge, ou par les Causes physiques après le Déluge: tandis que l'Histoire sacrée & profane n'en fait aucune mention? N'est-il pas plus raisonnable de juger que ces contrées ont été peuplées & détruites dans des siècles immensément antérieurs à tous ceux dont nous avons connoissance; & que la Terre a été successivement soumise à d'étranges révolutions, bien des siècles avant le tems où l'Écriture-Sainte place son origine?

RÉPONSE. Les contrées où l'on trouve des ports comblés, des pêcheries enterrées, des vestiges & des monumens qui

annoncent un attirail de Navigation, ne sont pas fort élevées au-dessus de la surface actuelle de la Mer. Ces Monumens peuvent être ou antérieurs ou postérieurs au Déluge.

I°. *Ces Monumens peuvent absolument être antérieurs au Déluge.* L'Histoire sainte ne parle point de navigation, avant le Déluge; mais c'est un argument purement négatif, qui n'empêche point de la supposer déjà existante & plus ou moins perfectionnée en certaines contrées.

Dans l'espace de 2234 ans, écoulés depuis la Création jusqu'au Déluge: les hommes avoient eu le tems de créer & de perfectionner les arts les plus simples & les plus nécessaires. Pourquoi n'auroient-ils eu aucune connoissance de la Navigation, dont la Nature nous indique & nous montre sensiblement le mécanisme & les principes en mille & mille manières; que ne méconnoissent pas les Sauvages les plus grossiers & les plus stupides de la Tartarie & du Canada? Si quelques-uns de ces Ports comblés, ont plus d'élévation que certains autres: pourquoi les plus élevés n'auront-ils pas pu être formés par différens canaux du Nil en Egypte, & d'autres fleuves ailleurs?

Au reste, il ne faut pas s'imaginer que ces ports, dont on trouve des vestiges dans l'intérieur des terres en Egypte & en quelques autres Contrées, soient des ports comme ceux de Toulon, de Londres, d'Amsterdam. Le Port de la Seine à Paris, vaut mieux que tout ce qu'annoncent les vestiges des Ports souterreins qu'on a découverts loin de la mer.

S'il est vrai qu'on ait trouvé une *Ancre de vaisseau*, dans le sein d'une montagne fort élevée & fort éloignée de la Mer (fait avancé & non suffisamment constaté): il n'est pas nécessaire de former tout de suite un Port imaginaire au sommet de cette montagne, pour rendre raison de l'existence de cette ancre en ce lieu. Cette Ancre a pu être fabriquée sur cette montagne, & destinée à être voiturée à un port plus ou moins éloigné. Cette Ancre a pu être renfermée, avant le Déluge, dans quelque petit vaisseau qui, après avoir flotté long-tems sur la surface des eaux, se sera brisé sur cette montagne au tems de ce désastre mémorable.

II°. *Ces Monumens peuvent être & sont vraisemblablement postérieurs au Déluge.* On ne peut guere révoquer en doute un haussement & un abaissement successif des Mers, en différentes contrées. (*Mét.* 588 & 618).

L'abaissement successif des Mers, dans une contrée, par exemple en Egypte & sur toutes les côtes de la Méditerranée, aura laissé à sec quelques petits Ports construits après le Déluge, & enterrés sous les terres & les sables qu'y auront entassés les eaux, en se retirant par une pente plus ou



moins rapide. Les ouragans, les typhons, les débordemens des rivières, auront achevé de les combler & de les ensevelir sous d'énormes tas de sable.

504. OBJECTION II. Les immenses amas de Coquillages, disposés par couches dans les entrailles de la terre & dans les cavités des montagnes, annoncent que les eaux ont séjourné pendant plusieurs siècles sur toute la surface de la terre : le séjour d'une année, tel que celui du Déluge, auroit à peine pu former une couche semblable. Donc la Terre a été, pendant un grand nombre de siècles, toute ensevelie sous les eaux.

RÉPONSE. I<sup>o</sup>. Il est évident que le Déluge, en promenant sur la surface de la Terre, pendant dix ou douze mois, l'épouvantable masse des eaux & des sables de la mer, a pu déposer successivement dans les cavités des *Montagnes primitives*, & dans le fond des Vallées adjacentes, non-seulement une couche, mais un nombre quelconque de couches de matières différentes. (*Mét.* 619 & 622).

Ces différentes couches, pendant la durée du Déluge, se feront disposées & arrangées les unes sur les autres, selon les Loix de la gravitation, & selon l'impulsion des courans : impulsion infiniment variée par la position & par la réflexion des Montagnes primitives, auxquelles le Déluge aura fait sentir aussi les affreux ravages, sans les déplacer & sans les détruire totalement. Les Matières voiturées par les courans, & déposées en couches plus ou moins irrégulières, auront ensuite été soumises aux Loix ordinaires de la Crystallisation. (134).

II<sup>o</sup>. Le déplacement des Mers, en différens tems, déplacé occasionné par des changemens de Centre de gravité dans le globe terrestre, peut encore avoir influé pour beaucoup dans quelques phénomènes en ce genre.

La Mer, en s'élevant dans une contrée, doit, selon les Loix de l'Hydrostatique, s'abaisser dans la contrée opposée. En s'abaissant dans une contrée, elle aura laissé à sec, en différens tems, de grandes plages couvertes de Coquillages marins, qui enterrés successivement & peu à peu sous des tas de sable, auront subi différentes transformations, selon les Loix générales de la Pétrification ou de la Crystallisation des corps terrestres.

505. OBJECTION III. Les Comètes, selon tous les Physiciens éclairés, & selon les Loix générales du Choc & de l'Attraction, peuvent causer de grandes révolutions à la Terre. Par exemple, une Comète, telle que celle de 1680,

qui dans son périhélie, n'éroit éloignée du Soleil, selon Messieurs Newton, Halley, de Maupertuis, que de la sixieme partie d'un *diametre du Soleil*, échauffée & embrasée par le voisinage de cet astre brûlant, peut rencontrer la Terre, la mettre en feu, l'entraîner à sa suite, causer à ses mers un flux & un reflux capables d'inonder toute sa surface. Pourquoi ne pourroit on pas supposer ou soupçonner quelque semblable événement, dans les siècles antérieurs au siècle où nous vivons ?

RÉPONSE. Les Possibilités ne sont pas des *Faits historiques* ; & il s'agit ici de faits, & non de possibilités. Selon tous les Physiciens éclairés & sensés : la Terre, les Planetes, les Cometes, les Etoiles, toute la Nature, doivent leur existence à un Etre incréé & créateur. Depuis la Création jusqu'à nos jours, la Terre auroit pu absolument subir d'autres révolutions, que celles auxquelles elle a été exposée : mais aucun monument ne constate l'existence de ces révolutions.

I°. Si la Terre avoit jamais été inondée ou embrasée par une Comete : les hommes, les volatiles, les quadrupedes, auroient été détruits sans ressource & pour toujours : il n'y auroit plus d'especes vivantes sur la surface du globe terrestre.

II°. Quoique, selon les Loix générales de l'Impulsion & de l'Attraction, les Cometes puissent absolument causer d'étranges désastres à la Terre : il est vraisemblable que l'indéfectible sagesse du Créateur, qui vouloit l'existence & la permanence de son Ouvrage, a tellement arrangé & combiné, au commencement des tems, les différens mouvemens des Corps célestes, au sein du Vuide immense autour du Soleil : que ces Corps ne peuvent & ne doivent jamais s'approcher assez les uns des autres, pour s'entrechoquer, pour s'inonder, pour s'embraser, pour déranger l'économie générale de la Nature. Ainsi la Terre n'a essuyé & n'a à craindre aucun désastre de la part des Cometes.

III°. Les désastres qu'on voudroit faire dériver des Cometes, par voie d'attraction & par voie d'incandescence, sont en grande partie imaginaires : parce que ces astres, à raison de l'immense vitesse qu'ils ont dans leur Périhélie, ne restent pas assez long-tems au voisinage du Soleil ou au voisinage de la Terre ; pour s'embraser auprès de celui-là, & pour altérer sensiblement les phénomènes ordinaires de la gravitation & de l'hydrostatique auprès de celle-ci.

OBJECTION IV. Les changemens de centre de gravité, changemens évidemment possibles & probables, détruisent les preuves physiques qui établissent l'existence d'un Dé-

luge général : puisque les phénomènes qu'on attribue communément au Déluge , peuvent avoir été produits par différens changemens de centre de gravité , qui auront successivement déplacé la Mer.

RÉPONSE. En accordant que les *changemens de centre de gravité*, sont possibles & probables ; nous nions qu'on puisse en déduire tous les phénomènes qui nous constatent l'existence d'un Déluge général. ( *Fig. 71* ).

1°. Pour donner ici une idée générale de ces changemens de centre de gravité : supposons qu'au point H , dans l'intérieur de la Mer & non loin de la surface de la Terre , se trouve une *immense Caverne* , dont la capacité vuide égale le volume de plusieurs de nos grandes montagnes ; & qu'un tremblement de terre , occasionné par l'embrasement de différentes matières fermentescibles & combustibles , au voisinage de cette caverne , entr'ouvre son sein. Les eaux de la mer reflueront de toutes les parties du monde , vers le point H : pour se précipiter par leur pesanteur , dans cet abyme entr'ouvert.

Qu'arrivera-t-il de là , selon les loix de la gravitation ? Il arrivera que l'hémisphère MAN , augmenté en masse , augmentera en force attractive ; & que le centre d'attraction & de gravitation , auparavant résidant en C , sera transporté en D. ( 802 ).

Il arrivera que les eaux de la mer , qui se mettent toujours & par-tout en équilibre autour de leur centre commun d'attraction & de gravitation , qui dans un même cercle parallèle à l'Equateur , se placent par-tout à égale distance de leur centre commun d'attraction & de gravitation , formeront par leur surface , un nouveau Globe ou un nouveau Sphéroïde *M b N a M* , s'abaissant en B , & s'élevant en A.

Dans ce cas , quoique la quantité d'eau qui va remplir la caverne H , soit comme infiniment petite en comparaison de la masse entière des eaux , & qu'elle soit incapable de donner une diminution sensible dans la hauteur totale des mers : la mer s'élevera d'une quantité notable en A & en R , & s'abaissera d'une quantité égale en B & en S. Nous avons fait voir , dans notre Cours complet de Métaphysique , sous les numéros 824 & 825 , qu'en supposant que la caverne entr'ouverte H contiut quatre lieues cubes d'eau , l'élévation en A & l'abaissement en B , ne seroit que d'environ quatre lignes.

On conçoit par-là , ce qui arriveroit en M : si une caverne semblable venoit à s'y entr'ouvrir à son tour. Le centre d'attraction & de gravitation , après avoir passé de C

en D, passeroit encore de D vers T, & les eaux s'éleveroient en M, & s'abaisseroient en N.

II°. D'après cette théorie physique, il est facile de voir & de sentir comment l'hypothèse des changemens de centre de gravité, ne détruit point les preuves physiques qui nous constatent l'existence d'un Déluge général.

Un changement de centre de gravité, dans le Globe terrestre, ne peut avoir lieu, qu'à l'occasion d'un déplacement de la Mer; & le déplacement de la Mer, occasionné par les ravages des Volcans & des tremblemens de terre, ne peut jamais être assez considérable pour faire que la mer s'élève immensément dans une contrée, & s'abaisse immensément dans l'autre.

Un Golfe nouveau, tel que la Mer Noire ou la Mer Baltique, qui viendrait à se former sur la surface de la Terre, élèveroit à peine les Mers voisines, de quelques pieds ou de quelques pouces.

Il est donc faux que les monumens du Déluge, qu'on trouve par-tout dans l'intérieur des Continens & au sommet des Montagnes les plus élevées, puissent tous devoir leur existence à des changemens de centre de gravité, lesquels n'ont pu influer que sur les contrées peu élevées au-dessus de la surface ancienne & moderne de la Mer.

## SECONDE SECTION.

### ANTIQUITÉ DE LA TERRE.

507. OBSERVATION. **D**EPUIS combien de tems existe notre Globe terrestre? Grand Problème à résoudre!

I°. Selon les *Livres saints*, c'est-à-dire, selon les plus anciens, les plus authentiques, les plus irréfragables monumens historiques dont puisse s'applaudir l'esprit humain: l'existence de la Terre ne remonte au-delà de l'année présente 1780, qu'à environ 5776 ans, en suivant la Chronologie de la Vulgate; qu'à environ 7133 ans, en suivant la Chronologie des Septante, que nous adoptons de préférence. (*Mét.* 261 & 624).

II°. Selon *quelques Fables égyptiennes, chaldéennes, indiennes, chinoises*: l'existence de la Terre remonte immensément plus loin; à plus de 36000 ans, selon les premières; à plus de 470000 ans, selon les secondes; à peu près aussi loin, ou peut-être plus loin encore, selon les deux dernières.

On peut voir, si l'on veut, dans la cinquième Section

de notre Philosophie de la Religion, un assez ample examen de tout ce qui concerne les différentes Chronologies des différens Peuples de la terre.

PROPOSITION.

508. *L'Opinion qui donne à la Terre plus d'antiquité que ne lui en donne l'Écriture sainte, n'est fondée sur aucune preuve solide, tirée de la Physique, de l'Histoire, de l'Astronomie.*

DÉMONSTRATION. I°. La *Physique* ne présente aucun fait, aucun monument, aucun phénomène, qui suppose à la Terre, une antiquité plus grande que celle que lui attribuent les Livres saints : puisque tout ce que nous observons de monumens & de phénomènes dans la surface & dans l'intérieur de la Terre, découle ou de sa constitution primitive, ou des altérations qu'ont pu & dû y occasionner, depuis quelques mille ans, & le Déluge & les Causes naturelles. (502).

II°. *L'Histoire*, loin d'appuyer & d'établir l'immense antiquité qu'attribuent à la Terre les Fables surannées de certaines nations, renverse & détruit de fond en comble cette opinion ; & le monument authentique & irréfragable qui dépose contre cette fabuleuse antiquité de la Terre, c'est principalement l'Origine récente des Nations, l'Origine récente des Sciences & des Arts ainsi que nous l'avons fait voir & sentir ailleurs, en traitant de l'existence d'un Dieu créateur. (*Mét.* 624).

III°. *L'Astronomie* ne nous offre aucun monument qui puisse fonder & établir l'opinion qui recule l'existence de la Terre, au-delà des tems où les Livres saints placent sa création.

Car, d'abord, *l'Astronomie mythologique* ne remonte au plus qu'à environ 2400 ans avant l'Ere chrétienne : ce qui ne va qu'à environ huit cens ans après le Déluge, en suivant la Chronologie des Septante, que nous adoptons de préférence à celle de la Vulgate, avec la plupart des Savans. (*Math.* pag. 16 & 18).

Ensuite, *l'Astronomie Chaldéenne* ne remonte au plus, qu'à 1903 ans avant l'Expédition d'Alexandre, selon les observations recueillies par Callisthene, au tems de cette expédition ; & la *Chronologie Chinoise*, dont on a fait tant de bruit dans ces derniers tems, dépouillée de ce qu'elle a évidemment fabuleux, n'offre aucun mouvement plausible d'après lequel on puisse remonter à plus de 4000 ans avant notre Ere chrétienne ; c'est-à-dire, à plus de sept ou huit cens ans après le Déluge. C. Q. F. D.

309. COROLLAIRE I. Il est donc faux que le spectacle de la Terre, que les Monumens historiques ou astronomiques des Chaldéens, des Egyptiens, des Chinois, des Indiens, fournissent aucune preuve solide contre la chronologie de Moïse, ou contre le peu d'ancienneté que cet historien donne à la Terre & à l'Univers.

EXPLICATION. I°. Les Monumens astronomiques des Chaldéens, sur lesquels on peut compter, & qui peuvent fournir quelque lumière utile à l'Astronomie, ne remontent, au-delà de l'ère chrétienne, qu'à environ 721 ans selon Ptolomée, le seul auteur où l'on puisse trouver ces monumens.

II°. Les Monumens astronomiques des mêmes Chaldéens, dont l'Astronomie ne peut faire aucun usage, à cause de leur incertitude, de leur inexactitude, de leur peu d'utilité, vont au-delà du tems d'Alexandre, à environ 700 ans, selon Plin; à environ 1903 ans, selon quelques autres historiens. Ces monumens ne remontent donc au plus, que vers le tems de Nemrod.

III°. Les Monumens historiques & astronomiques des Egyptiens, des Phéniciens, des Grecs, sont tous postérieurs aux monumens historiques & astronomiques des Chaldéens: de l'aveu de tous les Historiens & de tous les Critiques éclairés. Les anciens monumens historiques de la nation Egyptienne, périrent tous, de l'aveu des auteurs mêmes de cette nation, au tems de la guerre des Perses, antérieure à Manethon.

IV°. L'histoire même des *Tems fabuleux*, ne favorise en rien l'opinion, ou plutôt la fable que nous combattons.

Diodore de Sicile dit qu'Uranus passoit pour être le premier qui avoit rassemblé & instruit les hommes auparavant dispersés dans les forêts. Il observoit les astres avec soin, prédisoit aux hommes ce qui devoit arriver dans le ciel: il distingua les années par le mouvement du soleil, & les mois par le mouvement de la lune.

Parmi les fils d'Uranus, les principaux furent Atlas & Saturne, qui partagèrent l'empire. Atlas eut la partie située vers l'océan; & s'adonna tout entier comme son pere, à l'observation des astres.

« Il paroît, dit M. de Lalande, dans sa savante & profonde Astronomie, que l'Atlas des Grecs passoit pour avoir vécu 2400 ans avant Jesus-Christ. C'est aussi à peu près le tems de Noé, suivant les commentateurs de l'Écriture; & c'est aussi la plus haute antiquité qu'il soit possible de donner aux élémens de la plus simple Astronomie, en adoptant même cette tradition des Grecs sur l'ancienneté

» d'Atlas. Cicéron nous dit expreffément, dans ses *Tufcu-*  
 » *lanes*, que la connoiffance divine des mouvemens céleſtes,  
 » avoit donné lieu de dire qu'Atlas foutenoit le ciel; &  
 » que fon frere Prométhée, fils de Japet, qu'on croit être  
 » Japhet, fils de Noé, étoit attaché au mont Caucaſe. Juſ-  
 » qu'ici ce n'eſt qu'une Tradition obscure & fabuleuſe: mais  
 » vers le tems du ſiege de Troye & de l'expédition des  
 » Argonautes, 1300 ans avant Jeſus-Chriſt, l'Aſtronomie fit  
 » quelques progrès. Le Centaure Chiron, Theſſalien & fils de  
 » Saturne, apprit aux hommes à faire des *Aſtériſmes* ou des  
 » figures du ciel: il les enseigna à Achilles. Les noms que  
 » portent aujourd'hui les conſtellations, paroiffent leur avoir  
 » été donnés par les Grecs, peu après le voyage des Argo-  
 » nautes. C'eſt ce que penſoit Sénèque, quand il dit: il n'y  
 » a pas encore quinze cens ans, que la Grece a compté &  
 » nommé les Etoiles».

V°. Les Chinois n'ont aucun monument aſtronomique; qui mérite quelque attention, avant la naiſſance de Jeſus-Chriſt. Cette nation étoit encore plongée dans la plus profonde ignorance ſur la ſcience du Ciel, au tems où l'Aſtronomie avoit déjà fait de grands progrès en Chaldée & en Egypte. Elle n'a commencé à calculer les éclipses avec quelque précision, qu'environ 500 ans après Jeſus-Chriſt; & quand les Miſſionnaires Européens parurent en Chine dans les derniers ſiecles, ils y trouverent encore toutes les Sciences, & ſur-tout l'Aſtronomie, dans une eſpece d'enfance.

Quant aux Annales de cette nation, elles ſont, comme les annales de toutes les anciennes Monarchies, obscures, confuſes, incertaines, fabuleuſes, dans leurs commencemens; & ce qu'elles préſentent de ſûr & de certain, ne fait remonter au plus l'origine de cette Nation, qu'à environ 150 ans en-deçà du Déluge, en ſuivant la Chronologie de la Vulgate; & à environ huit ou neuf cens ans en-deçà du Déluge, ſelon la Chronologie des Septante.

VI°. Selon le célèbre Académicien Fréret, que l'on ne ſouſçonnera pas d'être trop favorable aux idées & aux principes du Chriſtianiſme: les anciens tems historiques des Indiens, ne méritent guere plus d'attention, que leurs tems fabuleux; & aucune *Tradition Indienne*, examinée & diſcutée de bonne fois, ne remonte juſqu'à l'an 360 avant notre Ere vulgaire.

Selon les fables du *Shaſlad*, qui eſt le plus ancien Livre des Indiens, qui eſt le prétendu Livre ſacré des anciens & des modernes Brachmanes de l'Indouſtan, des Talapoins de Siam, d'une partie des Bonzes de la Chine & du Japon: *Porigine* du Monde viſible, du Monde matériel, loin de

remonter à une infinité de siècles, ne remonte qu'à 4870 ans avant l'année présente 1780 : comme nous l'avons plus amplement expliqué dans notre Cours complet de Métaphysique, sous le numéro 1056.

VII°. *L'Histoire de Moïse*, sur l'origine des Choses & sur les premiers siècles du Monde, lue avec des yeux simplement profanes, ainsi que nous l'avons déjà observé ailleurs, se montre évidemment marquée à l'auguste sceau de la Vérité, & a incontestablement toute l'autorité dont l'histoire est susceptible : puisqu'indépendamment des caractères divins qui la rendent authentique & infaillible, son Auteur s'y montre par-tout comme un homme à lumières, comme un homme intègre & judicieux, comme un homme à portée d'être instruit sur ce qu'il écrit, comme un homme avoué & pendant sa vie & après sa mort sur tous les faits qu'il rapporte dans son histoire ; & que le point qu'on attaque aujourd'hui dans cette histoire, l'*Origine récente de la Terre & du Monde*, peut seule concilier avec l'origine récente des Nations, avec l'origine récente des Sciences & des Arts : Faits certains & notoires, qui nous sont constatés par mille & mille preuves sensibles, permanentes, irréfragables.

§ 10. COROLLAIRE II. *On voit maintenant, par tout ce que nous venons d'observer & d'établir, sur quels vains & frivoles fondemens est appuyée la Chronologie Egyptienne, Chaldéenne, & Chinoise, si vantée de nos jours par quelques Coryphées de l'Irréligion. Qu'on apprenne de-là, combien crédule est quelquefois l'Incrédulité, qui l'adopte avec tant d'empressement & tant d'emphase !*

Osera-t-on, après cela, opposer sérieusement quelques Fables plus que surannées, quelques Contes ineptes & puériles, quelques Sources apochryphes & absurdes, aux autorités respectables des Hyarque, des Ptolomée, des Plin, des Sénèque, des Joseph ?

Les vains Rêves d'un Telliamed, les apocryphes Rapsodies d'un Berose, d'un Manethon, d'un Sanchoniaton, auroient-ils encore le droit & l'avantage de balancer dans les esprits, les savantes & profondes Recherches des Ptolomée, des Riccioli, des Wolfe, des Newton, des Leibnitz, des de Lalande : recherches qui s'accordent toutes avec l'antiquité que donne à la Terre & au genre humain, l'Écriture sainte ? O Raison humaine, que tu es à plaindre dans certaines Cervelles : où, pour te plaire, il faut toujours te présenter l'absurde Délire, en place de l'auguste Vérité ! (*Mét.* 588 & 624).





## TROISIEME SECTION.

## LES TROIS REGNES DE LA TERRE.

APRÈS avoir examiné & la Constitution & l'Antiquité de la Terre, nous allons nous occuper du spectacle intéressant de ses trois Regnes.

On entend par *Regne animal*, toutes les substances organisées qui ont un principe de vie & de sentiment; par *Regne végétal*, toutes les substances qui ont une organisation, un accroissement, un dépérissement, une espèce de vie, mais sans aucun principe de sentiment; par *Regne minéral*, toutes les substances qui se forment dans l'intérieur de la terre, sans aucune organisation; telles que les métaux, les pierres, certains fels.

## ARTICLE PREMIER.

## IDÉE GÉNÉRALE DU REGNE ANIMAL.

511. DESCRIPTION. L'*ANIMAL* est une substance organisée, qui a un principe intrinsèque de vie, de sentiment, de mouvement; qui par l'extrait du plaisir & par le sentiment du besoin, est sollicité à se procurer ce qui convient à sa conservation & à sa propagation.

I°. L'Animal ressemble au Végétal, par l'organisation, par l'accroissement, par le dépérissement. Un artifice admirable de fibres plus ou moins solides, plus ou moins élastiques, plus ou moins durables, plus ou moins composées, fournit & prépare à l'un & à l'autre, par le moyen d'une infinité de canaux & de moules intrinsèques, les substances nourricières qui doivent opérer leur développement & leur entretien, pendant le période plus ou moins long de leur durée.

II°. L'Animal diffère essentiellement du Végétal, par le *Sentiment*, qui se trouve toujours dans le premier, & jamais dans le dernier. Ce Sentiment plus ou moins vif, plus ou moins parfait, dans les différentes espèces & dans les différens individus, se manifeste dans l'Animal, par des mouvemens spontanés, étrangers aux loix de la Mécanique; & qui décelent dans la Substance vivante & animée que l'on observe, un Principe essentiellement distingué de la matière & de ses modifications, un Principe capable de

douleur & de plaisir : ce que l'on ne découvre jamais dans le Végétal. (*Mét.* 804, 807, 809).

III°. L'Animal & le Végétal diffèrent du Minéral, par leur organisation, par leur formation.

L'Animal & le Végétal prennent leur accroissement par *Intus-susception* : c'est-à-dire, par le moyen de certaines substances, qui se filtrant & se modifiant dans l'intérieur de leurs moules & de leurs organes, entretiennent, étendent, développent, perfectionnent toutes les parties intérieures du tout, & se transforment en des substances analogues à celles du tout.

Le Minéral au contraire ne prend son accroissement que par *Juxta-position* : c'est-à-dire, par l'accession de certaines substances, qui voiturées par les fluides & sollicitées par leur Affinité, se disposent & s'arrangent par couches les unes sur les autres, sans s'infinuer & sans se transformer dans l'intérieur du tout qu'elles forment.

Par exemple, un *Rameau de saule*, planté en terre, devient un arbre : en suçant par une infinité de canaux les sucres de la terre, qui élaborés dans l'intérieur de sa substance, de ses types, de ses moules, se transforment les uns en son écorce, les autres en son tronc, ceux-là en ses racines, ceux-ci en ses feuilles.

Une *Mine de fer ou d'argent*, ne se forme point par un semblable mécanisme. Les substances qui vont la former ou l'augmenter, s'unissent, s'appliquent, adhèrent aux couches pré-existantes du minéral : sans s'infiltrer & sans se dénaturer dans l'intérieur du tout qu'elles forment ou qu'elles augmentent.

§ 12. REMARQUE. L'Animal est un genre, qui se divise en une foule d'espèces différentes. (*Mét.* 108 & 121).

I°. On nomme *Animaux de même espèce*, ceux chez qui l'union du mâle & de la femelle produit un animal semblable, capable de se reproduire de la même manière.

II°. On nomme *Animaux de différente espèce*, ceux chez qui l'union du mâle & de la femelle, ou est impossible, ou ne produit jamais rien, ou produit un animal mi-parti, qu'on nomme *Mulet*, qui tient du père & de la mère ; & qui, uni à son semblable, ne se reproduit jamais.

Telle est l'idée que nous donnent de l'identité & de la diversité d'espèces, les plus éclairés Naturalistes, tels entre autres que le célèbre de Buffon. Tous les Chiens sont de même espèce ; quoique divisés en différentes races. L'Ane & le Cheval sont deux espèces différentes. (*Mét.* 122).

§ 13. DIVISION. La principale division du Regne animal, la division avouée & adoptée par tous les Peuples & par tous

les Siecles, est celle qui le partage en deux *Especies* essentiellement différentes, l'une raisonnable, l'autre irraisonnable.

La premiere a en partage & le Sentiment qui l'affecte, & la Raison qui l'éclaire : la seconde n'a en partage qu'un aveugle Sentiment du plaisir ou du besoin, du bien ou du mal physique. Celle-là est perfectible dans ses mouvemens, dans ses sentimens, dans ses pensées, dans toutes ses connoissances spéculatives & pratiques : celle-ci n'est perfectible que dans ses mouvemens, auxquels préside un aveugle instinct, & jamais une étincelle de raison. (*Mét.* 714 & 808).

L'Espece raisonnable, l'Espece irraisonnable, la Reproduction de l'une & de l'autre : tel sera l'objet des trois paragraphes suivans.

## PARAGRAPHÉ PREMIER.

### L'ESPECE RAISONNABLE.

514. ASSERTION. *L'ESPECE* raisonnable n'est susceptible d'aucune subdivision fondamentale : il n'y a sur la Terre, qu'une même & unique *Espece* d'hommes.

EXPLICATION. Tous les Habitans du globe terrestre, du midi au nord, du couchant à l'orient, ont par-tout les mêmes constitutifs essentiels, les mêmes caracteres distinctifs : savoir, le même échafaudage d'ossemens, de fibres, de nerfs, de chairs ; le même ordre, le même arrangement, la même destination, dans toutes les parties fondamentales de cet admirable édifice ; la même fonction, la même construction & la même conformation, dans les organes destinés à faire appercevoir les objets sensibles ; la même maniere & la même progression, dans la formation, dans la nutrition, dans l'accroissement, dans le dépérissement de l'Individu ; les mêmes moyens de conserver, de reproduire, de multiplier leur espece ; le même nombre de facultés intellectuelles, destinées à les éclairer sur le présent, sur le passé, sur l'avenir, sur les objets sensibles & insensibles, sur le bien physique & sur le bien moral.

L'*Organisation animale*, d'où dépend en grande partie chez tous les hommes l'action & le jeu des Facultés intellectuelles & sensibles, est plus parfaite chez les uns que chez les autres ; par exemple, en général, chez les Européens, que chez les Africains ; dans certains Individus, que dans d'autres Individus : selon la diversité des climats qu'on habite, de l'air qu'on respire, des alimens dont

on se nourrit ; du genre de vie qu'on mene, de l'éducation qu'on reçoit. Mais le fonds de l'organisation est toujours le même ; & ce fonds ne differe jamais qu'accidentellement, par un peu plus ou un peu moins de délicatesse ou de force, de souplesse ou de rigidité, de mobilité ou de torpeur, dans les divers organes qui la forment, qui la constituent.

Tous les Hommes, Noirs ou Blancs, Policés ou Sauvages, sont perfectibles, non-seulement dans le jeu physique & mécanique de leurs organes, mais encore dans leurs idées, dans leurs pensées, dans leurs sentimens, dans leurs mœurs ; & c'est ce qui constitue en eux la *Perfectibilité intellectuelle* perfectibilité qui les distingue essentiellement de toutes les Especes vivantes.

Cette Perfectibilité n'est pas égale dans toutes les Nations & dans tous les Individus : mais par-tout elle existe ; & par-tout elle se montre & se fait sentir, soit en genre de connoissances, soit en genre de sentimens, jusqu'à un certain degré, dans l'Espece humaine ; à l'exclusion de toute autre Espece vivante & animée. (*Mét.* 713 & 814).

Une même constitution, une même organisation, une même intellectivité, une même destination du Tout & de toutes les parties de ce Tout, démontrent évidemment & plausiblement dans toutes les *Races humaines* une même nature, une même espece. Donc il n'y a qu'une même & unique espece d'hommes : donc l'Espece humaine n'est susceptible d'aucune subdivision fondamentale en genre de nature. C. Q. F. D.

515. REMARQUE. Unique dans ses Constitutifs essentiels ; l'Espece humaine est divisée en plusieurs *Races accidentellement différentes*, dont les deux principales sont la Race Blanche & la Race Negre.

Mais quelle peut être la *Cause primitive* de cette diversité de Races, dans l'Espece humaine ? On peut avancer avec toute la certitude philosophique dont une telle matiere est susceptible, que c'est uniquement du climat, de la nourriture, de l'éducation, des maladies propres ou nationales, que dépendent les *différences des Peuples* : savoir, la différence de complexion générale & dominante ; la différence de couleur, de taille, de traits ; la différence de précocité dans l'accroissement & dans le dépérissement ; la différence d'humeurs, de penchans, de goûts, de sentimens, de jugemens.

1°. Les plus grands Physiciens, les plus célèbres Médecins, les plus habiles Naturalistes, tant anciens que modernes, ont toujours observé & reconnu l'*influence du Climat*, sur la Constitution, qu'il rend plus ou moins robuste & éner-

gique ; sur l'organisation , à laquelle il donne plus ou moins de rudesse ou de délicatesse ; sur le physique des passions & des mœurs , qu'on voit presque toujours analogues à la nature de l'air & du sol où elles prennent naissance.

II°. Quand , à la diversité des Climats , se joindra la diversité des alimens , la diversité du genre de vie , la diversité des maladies insolites & violentes qui de siècle en siècle , semblent naître sur la Terre pour détruire des nations entières , & qui n'en disparaissent qu'après avoir dénaturé les malheureuses victimes qui échappent à leurs ravages , & qu'après leur avoir inamissiblement imprimé des vices transmissibles de pere en fils : fera-t-on surpris des différences qu'on découvre entre un peuple & un autre peuple , issus d'une même race & primitivement enfans d'un pere commun ?

Ne voyons-nous pas tous les jours parmi nous , des Races de goutteux , de phtysiques , de boiteux , d'épileptiques , d'écrouellés ? Et malheureusement il ne faut pas , pour leur établissement , une longue suite de générations. Si ces Races ainsi caractérisées étoient séparées & logées chacune dans une isle isolée : ne paroistroient-elles pas à quelques Voyageurs , souvent peu philosophes , communément plus amateurs du merveilleux que de la vérité , plus attentifs à surprendre qu'à éclairer , tout autant d'espèces ou de races primitivement différentes ?

III°. La plus frappante de toutes les différences qu'on observe dans l'Espece humaine , c'est la couleur noire & blanche. Or , nous avons fait voir ailleurs , que cette différence n'annonce point une origine primitivement différente pour les Negres & pour les Blancs ; qu'ils peuvent venir les uns & les autres , comme l'Histoire sainte nous l'apprend , d'une même pere & d'une même mere. (*Mét.* 848).

#### LE CORPS HUMAIN.

§ 16. OBSERVATION. L'Homme est le roi de la Nature : il en est aussi le chef-d'œuvre. Nous avons observé & analysé , dans le cinquieme traité de notre Métaphysique , le *Principe spirituel* qui l'anime & le gouverne ; les Facultés intellectuelles qui le caractérisent ; les Fonctions de connoissance , de sentiment , de mouvement qui en dépendent.

Bornons-nous ici à jeter un coup-d'œil rapide , mais attentif , sur le *mécanisme du Corps humain* (\*) : mécanisme ineffable , où la délicatesse est réunie à la force ; la légèreté

(\*) NOTE. Ce que nous allons dire du Corps humain , peut s'appliquer en grande partie aux Corps des Brutes , sur-tout des Quadrupedes.

à la solidité; la multiplicité des parties, à la simplicité du tout: où chaque partie fait la fonction de moteur & de mobile; où chaque ressort prêtant son action au ressort qui le meurt, conspire avec lui à mouvoir d'autres ressorts qui deviennent à leur tour ressorts moteurs par rapport à lui! (*Mét.* 608).

I°. Les *Os*, ces supports solides de toute la charpente du Corps humain, sont comme autant de leviers ou de roues dans leur effieu: qui, en soutenant tout le faix de la machine animale, se meuvent avec la plus grande facilité dans toutes les directions nécessaires à ses besoins.

II°. Les *Muscles*, distribués dans les différentes parties du Corps humain & adhérens aux os, sont comme les cordes qui doivent mettre en jeu ces leviers & ces roues. Ce sont des fibres, arrangées par faisceaux ou par paquets, capables de s'étendre & de se contracter; de rapprocher des parties éloignées, en se raccourcissant; & d'éloigner les parties rapprochées, en s'allongeant.

Les *Muscles* ont une force incroyable. Suivant le calcul du fameux Borelly, dans son Ouvrage sur les mouvemens des animaux: quand un homme du poids de 150 livres, s'élève en sautant à la hauteur de deux pieds; ses *Muscles* agissent avec une force équivalente à un poids de 30000 livres; & le Cœur, qui est tout muscle, pousse le sang à chaque battement, avec une force égale à la pression d'un poids de 100000 livres. Nous ne prétendons pas garantir toute la certitude & toute la précision de ces calculs: mais il en résulte toujours incontestablement que la force des *Muscles* est comme immense, relativement à leur masse.

III°. Les *Nerfs* sont des cordons blanchâtres & cylindriques, au milieu desquels se trouve un conduit destiné à recevoir les *Esprits vitaux*. (*Mét.* 793).

On en compte quarante paires, dont dix partent de la moëlle allongée du cerveau; & trente, de la moëlle de l'épine. Parmi ces *Nerfs*, les uns sont soumis à l'empire de la volonté: ce sont ceux qui operent nos mouvemens libres. Les autres sont indépendans de la volonté: ce sont ceux qui produisent nos mouvemens nécessaires, tels que le mouvement du cœur, du poumon, de l'estomac.

IV°. Le *Cerveau* est, dans la tête, une masse glanduleuse, inégalement arrondie, d'une consistance assez molle, divisée comme en deux quarts de sphere posés sur un même plan, parsemée de toutes parts d'un nombre prodigieux de ramifications artérielles & veineuses, lesquelles serpentent en tout sens par plusieurs contours ou circonvolutions admirables.

Le Cerveau, ce siege & ce trône de l'ame, est le grand Laboratoire des esprits vitaux, qui s'y forment ou s'y perfectionnent; qui par une infinité de canaux, vont imprimer le mouvement au corps, & rapportent le sentiment à l'ame. (*Mét.* 793 & 794).

V<sup>o</sup>. La *Poitrine* est cette portion du corps humain, qui s'étend depuis la partie inférieure du cou, jusqu'au diaphragme placé au-dessus de l'estomac. Elle renferme le cœur, les poumons, l'origine des artères, le terme des veines, l'œsophage, & la trachée-artère. Au dehors, elle est défendue par les côtes & par les vertèbres du dos; & au dedans, elle est tapissée par une membrane qu'on nomme la *Plevie*, & qui la divise en deux cavités; dont chacune contient un poumon.

VI<sup>o</sup>. Le *Cœur* (le plus noble & le plus précieux de tous les Viscères, celui par lequel le jeu & le mouvement de toutes les parties du corps commencent, & avec lequel l'un & l'autre finissent) est un double muscle creux, construit en forme de cône renversé & un peu applati, capable de dilatation & de resserrement, placé dans la cavité de la poitrine, à peu près sous le mamelon gauche, divisé par le milieu de haut en bas en deux *Ventricules*; dont l'un est vers la droite & l'autre vers la gauche, suspendu & soutenu par quatre gros vaisseaux qui reçoivent & distribuent le sang. (*Fig. 91*).

Les vaisseaux par lesquels le cœur élance & porte le sang dans les différentes parties du corps, se nomment *Arteres*: les vaisseaux par lesquels le cœur reçoit le sang qui revient des différentes parties du corps, s'appellent *Veines*. Chaque Ventricule du cœur a deux vaisseaux, l'un artériel & l'autre veineux.

Le Ventricule droit a pour vaisseau veineux, la *Veine cave* EF, par laquelle il reçoit le sang qui revient de toutes les parties du corps; & pour vaisseau artériel, l'*Artère pulmonaire* G, par laquelle il porte le sang des veines, dans la région du poumon.

Le Ventricule gauche a pour vaisseau veineux, la *Veine pulmonaire* H, qui des poumons apporte le sang dans ce ventricule; & pour vaisseau artériel, l'*Artère aorte* I, qui divisée en Aorte ascendante & en Aorte descendante, de ce ventricule porte & distribue le sang dans toutes les parties du corps.

Le Cœur a deux principaux mouvemens, l'un de *Diastole*; ou de dilatation; & l'autre de *Systole*, ou de resserrement: quelle qu'en soit la cause.

Par son *Resserrement*, le Cœur élance le sang, du ven-

tricule droit dans les poumons ; & du ventricule gauche , dans tout le corps. Par sa *Dilatation* , le cœur reçoit le sang des veines , dans son ventricule droit ; & le sang des poumons , dans son ventricule gauche.

C'est par cet admirable mécanisme que s'opere la *Circulation du sang* ; ou son passage successif & continuuel , du cœur dans toutes les parties du corps ; & de toutes les parties du corps , dans le cœur : circulation à peine soupçonnée avant le dernier siècle , & enfin exposée & démontrée , vers le milieu du dernier siècle , par le célèbre Harvey en Angleterre.

Les veines & les arteres du Cœur sont garnies de *Pellicules flottantes* , en forme de *Soupapes* , destinées à faciliter cette circulation. Quand le Cœur se contracte ou se resserre : les *Soupapes mm* , placées au-dessus des deux arteres , s'ouvrent , laissent échapper le sang ; & se referment au moment où la dilatation commence , pour empêcher le sang de rentrer dans les deux ventricules par la même voie. Quand le Cœur se dilate : les *Soupapes nn* , placées à l'extrémité intérieure des deux veines , s'ouvrent , laissent entrer le sang dans les deux ventricules ; & se referment au moment de la contraction , pour empêcher le sang de sortir des deux ventricules par la même voie qui l'a amené.

Ce *double Mouvement du Cœur* , est plus fréquent dans l'enfance , que dans les âges suivans. Le cœur se resserre & se dilate jusqu'à environ soixante-dix fois par minute , dans l'homme en santé. Ces pulsations du cœur , exprimées par les battemens du pouls qui naissent du resserrement , sont beaucoup plus fréquentes dans l'enfance , & un peu moins fréquentes dans la vieillesse : elles varient encore selon l'état de santé & de maladie.

VII°. Le *Poumon* est un double viscere , d'un volume assez considérable & d'une grande légèreté , capable de se contracter & de se gonfler selon le besoin , situé dans les deux cavités de la poitrine , & destiné à renouveler sans cesse la masse d'air qui doit mettre en jeu par son ressort , le sang & les humeurs. L'air entre dans les poumons , & sort des poumons , par la trachée-artere.

A la naissance de la Langue , commencent deux canaux , couchés l'un sur l'autre. Le canal supérieur est l'*Œsophage* , qui reçoit les alimens solides & liquides , pour les porter dans l'estomac. Le canal inférieur est la *Trachée-artere* , conduit cartilagineux , dont l'origine est dans l'arrière-bouche , & qui reçoit indifféremment l'air extérieur ou par la bouche ou par le nez.

L'entrée ou l'ouverture de ce canal , se nomme *Glotte*.



Cette ouverture est couverte d'une languette cartilagineuse, qu'on nomme *Epiglote*, qui fait la fonction de pont-levis : se levant pour laisser passer l'air, & se fermant pour refuser passage aux alimens solides ou liquides. (*Fig. 106*).

La Trachée - artère, depuis la glotte *k*, jusqu'aux poumons, est hérissée d'une foule de pellicules, posées à peu près parallèlement les unes sur les autres, & maintenues ensemble par le moyen d'autant de petits ligamens circulaires, interposés dans l'intervalle qui se rencontre entre les différens segmens. La moindre petite portion de nourriture, une seule petite goutte d'eau, insinuées dans ce canal purement aérien, suffisent pour donner une toux convulsive.

Dès son entrée dans la poitrine, la Trachée-artère se divise d'abord en deux troncs principaux *Gg*, *Hh*, dont l'un se porte à droite & l'autre à gauche ; & qui se divisant & se subdivisant ensuite chacun en une foule de ramifications, forment la plus grande partie de la masse pulmonaire.

L'air que l'on respire, & que l'*Inspiration* & l'*Expiration* alternatives renouvellent sans cesse dans ces canaux aériens, imprime successivement son ressort & son action à la masse du sang : lequel passe sans cesse du Ventricule droit du cœur, dans les poumons ; pour être refoulé dans le ventricule gauche, d'où il doit se porter dans les artères & dans tout le corps. (684).

VIII°. L'*Estomac* est un viscere cave, destiné à recevoir les alimens, situé à la partie supérieure du bas-ventre, entre le foie & la rate. Le *Diaphragme*, muscle très-large & formé en voûte irrégulière, sépare l'estomac de la poitrine.

L'*Estomac*, assez ressemblant pour la figure à une Corne-muse, a deux orifices : l'un supérieur, qui reçoit l'extrémité de l'œsophage ou du canal des alimens ; l'autre inférieur, qu'on nomme *Pilore*, & qui le joint au canal intestinal.

Ce viscere est composé de quatre tuniques, qui sont l'externe, la vasculaire, la musculuse, l'interne. Nous ne parlerons ici que des deux dernières, qui méritent une attention à part. La *Musculuse* est formée de deux plans de fibres charnues, qui ont un très-grand ressort. L'*Interne* est une espece de velouté, toujours abreuvé d'un mucilage épais, qu'on nomme *Suc gastrique*.

Celle-ci a beaucoup de sensibilité ; & elle est le siege de la *Faim* & de la *Soif*, qui paroissent être excitées par le frottement & le dessèchement de sa partie intérieure.

IX°. Les *Intestins* ou les *Boyaux*, au nombre de six, constituent un canal qui forme dans le bas-ventre, une foule de coudes & de contours dans lesquels les alimens montent & descendent alternativement ; & dont la longueur totale,

depuis l'ouverture intérieure du Pilore où il prend naissance, jusqu'à l'ouverture extérieure qui le termine, égale fix ou sept fois la hauteur du sujet.

Les Intestins sont entourés d'une membrane graisseuse; qu'on nomme *Mésentère*, qui sert d'attache à leurs coudes & à leurs contours; & qui les arrête & les fixe dans leur place & dans leur situation convenable.

X°. Les *Vaisseaux* sont des canaux ou des conduits, qui contiennent un Liquide ou un Fluide.

Les principaux, sont les *Vaisseaux sanguins*, dans lesquels circule le sang; les *Vaisseaux lymphatiques*, qui voientent la lymphé & la sérosité dans le réservoir du chyle; les *Vaisseaux lactés*, qui pompent le chyle, & le portent dans la veine sousclavière; les *Vaisseaux aériens*, qui entretiennent la communication avec l'air extérieur; les *Vaisseaux du suc nerveux*, ou les cavités cylindriques des nerfs, par où circulent les esprits animaux.

Tous ou presque tous ces différens Vaisseaux ont leurs *Anastomoses particulières*, ou des Valvules qui s'ouvrent & se ferment à propos, sont dans ces vaisseaux, ce que sont les Soupapes dans les Machines hydrauliques: ce sont des membranes destinées ou à procurer ou à empêcher la communication entre deux vaisseaux.

#### LA DIGESTION, LA NUTRITION.

517. OBSERVATION. Les pertes considérables de substance, qu'effluie continuellement le Corps humain, à l'occasion des différentes sécrétions, & en particulier par l'insensible transpiration, l'auroient bientôt épuisé & détruit: si la nutrition ne remplaçoit sans cesse les parties qui se dissipent. Quel phénomène plus digne d'attention, que celui qui transforme sans cesse nos alimens en notre propre substance!

I°. Les *Alimens*, broyés & humectés dans la bouche, sont conduits par l'Œsophage dans l'estomac: où l'action de ce ventricule, appliquée sans cesse à les presser, à les agiter, à les atténuer, les convertit successivement & peu à peu en une espèce de bouillie, qui n'est pas encore le Chyle.

Les anciens Philosophes attribuoient à l'Estomac une *Faculté concoctrice*, qualité occulte qu'ont sagement dédaignée & éliminée les modernes. Ceux-ci ne voient dans l'Estomac & dans les Intestins, qu'une Cause mécanique propre à opérer la digestion, ou par voie de *fermentation*, ou par voie de *putréfaction*, ou par voie de *trituration*, ou par voie de *dissolution*. Il est vraisemblable que ces quatre manières concourent plus ou moins à la *Digestion*, qui n'est autre chose que le changement des alimens en chyle & en excréments.

Quoiqu'on n'ait découvert dans l'Estomac, aucuns sucs propres à opérer dans les alimens une effervescence semblable à celle qu'on apperçoit dans le mélange d'un acide & d'un alkali : il est vraisemblable que la macération & la chaleur des alimens dans l'estomac, leur occasionnent un petit mouvement tumultueux en tout sens, qui ressemble assez à la *Fermentation*. La putréfaction totale, loin de faciliter la digestion, lui est contraire : mais une putréfaction commencée peut lui être favorable & l'accélérer.

Quoiqu'on n'apperçoive dans l'Estomac, aucun mécanisme propre à broyer & triturer les alimens : le mouvement continuel de ce viscere peut & doit contribuer à diviser & à atténuer les alimens solides, par la pression & par le frottement des parties les unes contre les autres. On ne peut douter que les liqueurs continuellement filtrées dans l'estomac & dans les intestins, telles que la salive, les sucs gastriques, la bile, n'aient une *action dissolvante* sur les alimens. La dissolution seule seroit insuffisante pour la digestion : mais elle l'aide & la facilite.

II°. Les *Alimens*, par la pression de l'Estomac, sont portés successivement de ce viscere dans les intestins, sous la forme d'une bouillie. Le canal intestinal acheve, par le même mécanisme que nous avons observé dans l'estomac, de les diviser, de les atténuer ; de séparer les sucs nourriciers, des substances inutiles à la nutrition.

Tandis que les sucs nourriciers, en se séparant de ce qu'il y a de plus grossier dans les alimens, prennent la forme d'une liqueur laiteuse : une foule de *Veines lactées* s'appliquent aux intestins par une foule d'embouchures, pour pomper ce suc laiteux, qu'on nomme *Chyle*.

Les *Glandes des Intestins*, humectent sans cesse les restes grossiers des alimens, & les mettent en état de pouvoir toujours continuer leur route : jusqu'à ce que tout le chyle étant pompé, ils soient portés à l'extrémité des Intestins, pour être rejetés.

III°. Par la contraction des Intestins, le chyle est porté dans les vaisseaux lactés : qui sont garnis, vers leur embouchure intestinale, de valvules ou de soupapes, pour empêcher ce chyle reçu de s'échapper ; & qui portent ce chyle dans trois cavités, qu'on nomme le *Réservoir de Pequet*.

A ce réservoir aboutissent des *Vaisseaux lymphatiques*, qui viennent y déposer une Lymphé destinée à se mêler avec le Chyle, & à lui servir de véhicule. La lymphé & le chyle, ainsi unis & convertis en un même tout, montent par le Canal thorachique, le long de l'épine du dos ; & vont se décharger dans la Veine sousclavière, qui garnie d'une sou-

pape admet le chyle & ne laisse point échapper le sang.

Le Chyle, admis dans la Veine sous-clavière, se mêle successivement & persévérément avec le sang; coule dans la même veine, se porte dans la veine-cave, passe dans le ventricule droit du cœur, ressort par le ventricule gauche, & se porte dans tout le corps, pour lui servir de nourriture.

IV°. Le *Résidu des alimens*, composé de parties grossières & tenaces, d'une portion de bile dégénérée & rendue fétide par la putréfaction, d'une portion de mucus ou d'humeur gluante, est porté, après l'expression du chyle, vers les gros Intestins: pour en être expulsé, soit par son propre poids, soit par l'action de l'air dilaté, soit par quelque autre cause.

V°. On conçoit par-là, comment s'opere la *Nutrition*, qui consiste dans la réparation des Liquides & des Solides. Dans le Corps humain, les parties dures & solides ne sont qu'environ un sixième des parties liquides. La perte des solides, doit donc être incomparablement moindre que celle des liquides: soit à cause de la forte adhérence, soit à raison de la beaucoup moindre quantité des derniers.

Le Chyle, mêlé avec le sang, répare la *perte des Liquides*, qu'enlèvent la transpiration & la filtration: en rendant au sang une quantité de liquide, égale à la quantité perdue. Il répare la *perte des Solides*: en voiturant parmi ses parties liquides, une foule de particules capables de se durcir & de prendre de la consistance dans les os, dans les cartilages, dans toutes les parties solides, qui les accrocheront & les arrêteront au tems où elles passeront au travers de leurs substances analogues. De-là la nutrition & l'accroissement de ces parties solides du Corps humain.

## PARAGRAPHE SECOND.

### L'ESPECE IRRATIONNABLE.

518. OBSERVATION. **T**OUT est peuplé d'êtres vivans & animés, dans la Nature. Quelle innombrable foule d'espèces, quelle étonnante multiplicité d'individus, nous présentent les airs, les plaines, les forêts, les rivières, les mers, les entrailles de la Terre! L'Espèce raisonnable renferme peut-être moins d'individus, que l'espèce irrationnable ne renferme d'espèces subalternes; & il y a telle espèce subalterne qui semble inépuisable en espèces inférieures. Quelque immense variété d'espèces qu'on ait ob-

servé dans les Plantes , sur la surface entière du Globe terrestre : un Naturaliste moderne prétend qu'elle n'égale pas la multitude d'espèces que renferme la seule classe des Insectes.

Depuis l'invention des Microscopes , un nouveau monde d'êtres vivans & animés , est venu s'offrir & se dévoiler aux regards des Philosophes. Une seule goutte d'eau , à peine sensible à l'œil , leur présente souvent plus d'espèces différentes d'animaux , que ne leur en présentoient auparavant les Ménageries & les Parcs des plus grands Potentats. (36).

Comment asservir à une division exacte & fidelle , tant de classes si différentes , tant d'espèces si multipliées d'animaux ? Les divisions qu'on peut donner du Regne animal , ne sauroient être que des divisions génériques , qui comprennent nécessairement chacune un grand nombre de genres & d'espèces subalternes , susceptibles d'ultérieures divisions.

Nous allons donner quelques-unes de ces *Divisions génériques* : celles qui nous paroissent les plus propres à répandre quelque lumière sur cette inconcevable multiplicité d'objets si variés , si disparates , si difficiles à présenter sous des points de vue distinctifs & caractéristiques.

#### DIFFÉRENTES DIVISIONS DU REGNE ANIMAL.

519. DIVISION I. La Division la plus générale du Regne animal , est celle qui le partage en Vivipares & en Ovipares.

Parmi les animaux , on nomme *Vivipares* , ceux dont les petits naissent tout formés du sein de la mere. On nomme *Ovipares* , ceux dont les petits proviennent d'un œuf , que la chaleur de l'incubation , ou la chaleur du soleil , ou telle autre chaleur naturelle ou artificielle fait éclore.

Tous les Animaux , sans aucune exception , doivent leur existence à une Mere qui les met au monde en l'une de ces deux manieres. Les Vers & les Insectes ne naissent de la putréfaction de certaines substances : que par le moyen de quelques *Œufs de leur espece* , qui ont été déposés dans ces substances , & que la chaleur de la fermentation y fait éclore.

520. DIVISION II. Une Division un peu moins générique & moins confuse , mais moins exacte ou moins conforme aux regles de la Dialectique (\*), est celle qui partage

(\*) NOTE. Le principal vice de cette *Division du Regne animal* , c'est que quelques-uns des membres rentrent en partie les uns dans

le Regne animal en quadrupedes, en oiseaux, en poissons, en amphibiés, en reptiles, en insectes, en animaux microscopiques, & peut-être en zoophytes.

I°. Les *Quadrupedes*, habitans de la Terre, marchent sur quatre pieds, ont une circulation de sang, respirent par les poumons, sont vivipares & allaitent leurs petits.

C'est le genre ou la classe d'animaux, dont l'organisation a le plus de ressemblance avec l'homme; & dans le degré de ressemblance, le Singe tient le premier rang, du moins pour la figure extérieure.

II°. Les *Oiseaux*, habitans tour à tour de la terre & de l'air, sont bipedes, ovipares, sanguins, couverts de plumes. Leurs pieds leur servent à se mouvoir sur la Terre, comme l'homme: leurs ailes les élevent & les soutiennent dans le Fluide aérien, où ils se meuvent ou comme des vaisseaux à rames & à voiles, ou comme des poissons de cet élément.

La plupart des Oiseaux changent de climat, selon la diversité de saisons. En passant successivement du midi au nord, & du nord au midi, ils se procurent une espece de printemps perpétuel. Ils sont ou *Frugivores* ou *Carnivores*. Quand la nourriture leur manque dans un climat, ils vont la chercher dans un autre. Les especes carnivores purgent ainsi successivement la surface de la Terre, des insectes qui la ravageroient par leur trop grande multiplication; & des cadavres épars de toute espece, qui l'infecteroient par leur putréfaction.

III°. Les *Poissons*, habitans de l'eau, sont des animaux que leur constitution & leur organisation fixent nécessairement dans le liquide élément, qu'ils ne peuvent quitter sans périr.

Les Poissons, ainsi que les Quadrupedes & les Oiseaux, ont un sang qui circule du cœur dans tout le corps, une peau écaillée ou unie qui leur sert d'habillement, un estomac & des intestins pour opérer la digestion & la nutrition. Ils n'ont point de pieds pour se mouvoir: mais ils ont des Nageoires qui sont pour eux, ce que les ailes sont pour les oiseaux. Une *ample Vessie*, plus ou moins pleine d'air, laquelle se dilate & se comprime à volonté par l'action des

---

les autres: ce qui est contre les loix ou les regles que donne la Dialectique sur la division. (*Mét.* 422).

Par exemple, le Castor appartient à la fois & à la classe des quadrupedes & à la classe des amphibiés: ce qui fait que ces deux membres de la division rentrent pour quelque chose l'un dans l'autre. De même la classe des reptiles rentre en partie dans la classe des insectes; & la classe des insectes, dans celle des reptiles; & ainsi du reste.

muscles, augmente & diminue alternativement & selon le besoin, leur volume; & les rend tantôt plus légers, tantôt plus pesans que le volume d'eau auquel ils répondent: selon qu'ils ont besoin de monter ou de descendre dans leur élément. Ils avalent presque continuellement l'eau par la bouche, c'est leur *Inspiration*; & ils la rejettent par les ouïes, c'est leur *Expiration*: c'est dans ce passage que leur sang s'abreuve d'air. Tous les Poissons connus sont ovipares: à l'exception de l'Anguille & des différentes especes de Baleines, qui sont vivipares.

La plus générale *Division des Poissons*, est celle qui les partage en poissons de mer & en poissons d'eau douce: mais il y en a parmi eux, tels entre autres que le Saumon, qui vivent indifféremment dans l'une & dans l'autre. En général, les poissons vivent plus que les quadrupedes & les oiseaux.

Les *Poissons ovipares*, sont d'une fécondité prodigieuse. On a trouvé, dans une Morue de moyenne grandeur, au-delà de neuf millions d'œufs.

IV°. Les *Amphibies*, habitans tour à tour de la terre & de l'eau, tiennent une espece de milieu entre les poissons & les animaux terrestres, quadrupedes & volatiles. Tels sont, entre plusieurs autres, le Castor, l'Hippopotame, le Crocodile, le Veau marin, la Tortue aquatique, la Grenouille, le Serpent à collier: qu'on voit passer alternativement de l'eau sur la terre, & de la terre dans l'eau. Parmi les Amphibies, il y en a de vivipares, il y en a d'ovipares.

V°. Les *Reptiles* sont, ou des animaux dépourvus de pieds & de nageoires, qui ne peuvent marcher sur la terre ou nager dans l'eau, que par les replis tortueux dont leur corps est susceptible; tels qu'on voit les vers de terre, les serpens, les viperes, les anguilles: ou des animaux qui, pourvus de pieds très courts, se meuvent en rampant ou en se traînant sur leur ventre; comme les chenilles, les lézards, les taupes, les taupes-grillons, les grenouilles, les crapauds, les tortues, & ainsi du reste. Cette classe renferme en partie dans la classe des Insectes & des Amphibies.

VI°. Les *Insectes* sont des petits animaux rampans ou volans, communément formés d'anneaux ou de segmens, qui semblent les diviser en plusieurs parties, & qui tiennent les uns aux autres par des filamens plus ou moins élastiques.

Les Insectes n'ont, du moins pour la plupart, ni ossemens, comme les quadrupedes; ni arrêtes, comme les poissons. Quelques anneaux ou quelques cartilages forment

la charpente & le support de leur corps : dans lequel on aperçoit aisément une tête, une poitrine, un ventre, tout ce qui est nécessaire pour le mécanisme animal. Les menus filamens qui forment leurs interfections ou leurs étranglemens, impriment à l'Insecte, en s'allongeant & en se raccourcissant alternativement, ou un mouvement vermiculaire, comme au ver de terre; ou un mouvement par sauts & par bonds, comme à la sauterelle; ou tel autre mouvement plus analogue à celui des quadrupèdes & des oiseaux, comme à la fourmi & au papillon.

Parmi les Insectes, les uns sont sans pieds; les autres en ont un nombre plus ou moins grand: les uns n'ont point d'ailes; les autres en ont ou deux, ou quatre, tantôt à étuis, & tantôt sans étuis. Toutes les espèces de mouches, de vers, de chenilles, de pucerons, de poux, de punaises, de grillons, de cygales, de papillons, doivent être placées dans la classe des Insectes, lesquels sont tous ovipares: à l'exception de quelques espèces de mouches & de vers, qui sont vivipares. Les Insectes sont extrêmement féconds: il y a certaines mouches vivipares, qui donnent naissance, dit-on, à près de deux mille petites mouches à chaque portée: l'on voit aussi des mouches ovipares, telles que l'abeille, qui produisent, à ce qu'on prétend, jusqu'à quarante mille œufs fécondés.

La vie des Insectes n'est pas fort longue. L'Ephémère, mouche qui voltige ou sautille sur l'eau, ne vit guère au-delà d'un ou deux jours: la plupart, nés au printemps ou en été, meurent à l'entrée de l'hiver: un assez grand nombre passe l'hiver dans des crevasses, dans un état de torpeur plus ou moins grande. Pendant la courte durée de leur existence, les uns vivent en troupe sous la terre, & rongent l'herbe: d'autres vivent dans les champs, dans les prés, dans les forêts, & mangent les feuilles des plantes: plusieurs s'attachent aux quadrupèdes, aux oiseaux, aux hommes, & se nourrissent du sang & de la substance de l'animal qu'ils habitent.

Quoique ce genre d'animaux passe généralement pour nuisible: on connoît l'utilité de l'abeille, de la cochenille, du ver à soie, & de quelques autres. Si l'utilité de la plupart des autres espèces, est moins connue: il est vraisemblable qu'elle n'est pas moins réelle dans l'ordre général de la Nature?

Ce qu'il y a de plus singulier & de plus remarquable dans la classe des Insectes: ce sont les différentes *Métamorphoses* que subissent les Insectes ailés: prenons un Papillon pour exemple.



Né d'un œuf, il commence par être *Animal rampant*, un ver, une chenille. Il a de fortes mâchoires, un prodigieux estomac, un plus ou moins grand nombre de jambes : il file & fait une toile avec beaucoup d'art.

Après un certain nombre de jours marqués par la Nature, ce Ver vorace s'abstient de nourriture, devient malade, s'enveloppe dans une coque, mue ou change de forme, devient *Chrysalide* : c'est à-dire, qu'il perd son état de vermiseau, pour prendre un état plus brillant, où l'or & l'azur doivent faire sa parure. Emmallotté dans une membrane qui ne lui laisse la liberté d'aucun de ses membres, il se défait de sa peau, de ses jambes, de l'enveloppe de sa tête, de son crâne, de ses mâchoires, de sa filière, de son prodigieux estomac, d'une partie de ses poumons.

Au bout d'un certain tems de léthargie, où il paroïssoit mort & où il conservoit une vie très-réelle, se nourrissant vraisemblablement aux dépens de sa substance primitive : la Chrysalide a pris de nouveaux membres, des ailes pour voler, une trompe pour sucir le miel des fleurs, des organes pour perpétuer son espece. Elle sort de son enveloppe, *Animal volant*, papillon brillant & volage, qui semble n'avoir plus rien de son premier être & de ses premières mœurs ; & qui uniquement occupé de ses plaisirs inconstans, dépose en mille & mille endroits, des œufs d'où la chaleur de la terre & du soleil feront éclore des vers ou des chenilles, qui deviendront à leur tour, chrysalides & papillons.

VII°. Les *Animaux microscopiques* sont ceux que leur étonnante petitesse dérobe à la vue simple; qu'on n'aperçoit & qu'on ne distingue qu'à l'aide des Microscopes. Cette classe d'êtres organisés & vivans, inconnue aux anciens Naturalistes, est peut-être & plus multipliée & plus diversifiée que toutes les autres classes prises ensemble. Il y a autant & peut-être plus de différence, entre les divers animaux microscopiques qu'on voit nager dans une petite goutte d'eau croupie, qu'il y en a entre une baleine & une truite, entre un taureau & une chenille. (36).

Cette classe d'animaux nous intéressera toujours infiniment peu : parce qu'elle a infiniment peu de rapport avec nous ; & que nous ne pouvons en retirer aucune utilité. Ainsi on a sur cet objet, à peu près toute la somme de connoissances qu'on peut souhaiter : quand on fait en général que l'Auteur de la Nature, produit, organise, & anime sans cesse, avec une sagesse & une puissance inconcevable à nos lumieres, une infinité d'être vivans, que l'œil le mieux constitué & le mieux organisé ne peut appercevoir sans le secours de l'art.

VIII°. Quelques Naturalistes célèbres ajoutent à ces six

classes d'animaux, une septieme classe qui en differe totalement, & qu'ils appellent *Zoophytes* ou *Animaux-plantes*. Ce sont des Plantes aquatiques, d'eau salée & d'eau douce, telles que le polype, le corail, la chenille de mer, & plusieurs autres semblables, dans lesquelles ils ont cru appercevoir une organisation animale & des signes de sentiment.

D'autres Naturalistes pensent au contraire qu'il n'y a point d'*Animaux-plantes*: que le mouvement qu'on observe dans ces prétendus *Zoophytes*, ne vient que de l'entrée & de la sortie de l'eau, dans ces plantes singulieres: que quand on examine en bonne physique & sans préoccupation les plantes en question, on reconnoît que ce sont des plantes pures, & qu'elles n'ont rien d'animal; qu'ainsi on ne doit point admettre de *Zoophyte* véritable. Nous adhérons à cette dernière opinion, qui est certainement la plus vraisemblable: comme nous l'avons suffisamment fait voir & sentir dans notre Cours complet de Métaphysique, sous les numéros 1332 & 1333.

L'opinion que nous rejettons, que nous regardons comme destituée de preuve & de fondement, ne devoit-elle point la petite vogue qu'elle a eue & qu'elle a encore, à un principe vrai pour le fonds, mais qu'on pouffe peut-être au-delà de ses limites naturelles: savoir, que *la Nature passe toujours par des nuances décroissantes, d'une espece à l'autre, d'un regne à l'autre*: par exemple, de l'homme au singe, du singe aux autres quadrupedes, des quadrupedes aux oiseaux, des oiseaux aux poissons, des poissons aux insectes, des insectes aux zoophytes, des zoophytes aux plantes les plus parfaitement organisées, des plantes les moins parfaitement organisées aux minéraux qui n'ont point d'organisation? Les *Zoophytes* sont propres, comme on voit, à servir de pont de communication, ou à former le chaînon, entre le Regne animal & le Regne végétal.

Mais la Nature, toujours grande & admirable dans ses œuvres, s'occupe-t-elle toujours de ces attentions minutieuses? Le passage de l'Homme au singe, de l'homme le plus stupide au singe le plus délié, n'est-il pas toujours un saut brusque, un saut comme infini; le passage de la raison, à la négation de raison? (*Mét.* 714 & 814).

521. DIVISION III. Le célèbre Naturaliste Adanson divise le Regne animal en trois classes: savoir, en unisexes, en bissexes, & en asexes.

1°. Les *Animaux unisexes* sont ceux qui sont, ou simplement mâles, ou simplement femelles. Tels sont les quadrupedes, les oiseaux, les amphibies vivipares, les baleines quel-

conques, qui perpétuent leur espèce par voie d'accouplement.

Les poissons ovipares sont aussi unisexes, mais ils n'ont point d'accouplement. Dans le tems du frai, les œufs de la femelle, déposés dans l'eau, sont fécondés par les laites du mâle.

II°. Les *Animaux bissexes* sont ceux qui sont à la fois mâles & femelles, fécondés & fécondans. Tels sont les limaçons, qui ont, dit-on, chacun les deux sexes distingués & séparés; où deux individus se fécondent réciproquement, & deviennent chacun pere & mere à la fois, relativement à leur postérité.

On ne connoit point de Bissexes dans le genre des quadrupèdes. Les individus qui ont paru quelquefois participer des deux sexes, étoient des monstres dans leur espèce, qui n'avoient aucun sexe bien formé. On a soupçonné quelques espèces bissexes, dans la classe des poissons.

III°. Les *Animaux asexes* sont ceux qui n'ont aucun sexe; qui ne sont ni mâles, ni femelles; qui reproduisent leur espèce, sans aucune fécondation. Telles sont les conques, espèce de coquillage vivipare. Telles sont encore quelques pucerons, plusieurs sortes de vers & d'insectes, dont chaque individu isolé se reproduit par lui-même; & laisse souvent dans un tems bien court, une nombreuse & dévorante postérité.

#### LES SENS DES BRUTES.

§22. OBSERVATION. L'Homme a cinq Sens, ou cinq organes différens, auxquels il doit les diverses sensations qui l'affectent. Les Brutes ont aussi des sens, ou des organes destinés à leur occasionner des sensations intérieures, & à leur faire appercevoir les objets extérieurs. Mais ces sens sont-ils en même nombre & de même nature, chez l'homme & chez la brute?

I°. Il est certain que chez les Quadrupèdes & chez les Oiseaux, il y a le même nombre de sens que chez l'homme. La destination, la fonction, la construction générale de ces sens, sont à peu près les mêmes: mais la perfection de ces organes, sur-tout de l'odorat, est souvent bien plus grande dans certaines brutes, par exemple dans les chiens, que dans l'homme.

II°. Il est probable que certaines espèces d'animaux ont un moindre nombre de sens, que l'homme. Quelques-unes semblent manquer de l'organe de l'ouïe: quelques autres, de l'organe de la vue. Certains Insectes, tels que l'abeille & quelques autres mouches, au lieu de deux yeux, en ont un nombre prodigieux, dont leur tête est couverte, comme

d'autant de petits miroirs à facettes & immobiles.

III°. Il est certain que chez toutes les especes de brutes, il y a au moins, & le sens du *Tact*, & le sens du *Goût*. Un tact infiniment plus fin supplée en partie, dans quelques especes de brutes, aux organes dont peut les avoir privé la Nature; & leur procure l'espece & le nombre de sensations qui convient à leur destination.

IV°. Il est plus que vraisemblable que chez les Brutes, comme chez les Hommes, les sensations extérieures, ou l'ébranlement des organes, est la cause occasionnelle des sensations intérieures qui affectent l'ame & qui constituent le sentiment interne. (*Mét.* 173 & 330).

Ce *Sentiment interne* des Brutes, est plus ou moins vif; plus ou moins délicat, plus ou moins fécond en industrie: selon qu'il existe plus ou moins de perfection dans les organes qui le font naître, qui servent à le manifester au-dehors, & d'où résulte ce que nous avons nommé ailleurs l'*Instinct* des Brutes. (*Mét.* 812).

#### EFFETS DE L'INSTINCT DES BRUTES:

523. OBSERVATION. De l'*Instinct naturel des Brutes*, tel que nous l'avons analysé & expliqué ailleurs, semblent découler assez naturellement les principaux phénomènes qui nous étonnent dans leur nature: tels que leur appétit, leur propagation, leur mémoire, leurs ouvrages, leur éducation, leur affection, leur industrie. Par exemple,

I°. L'estomac des brutes, dénué de nourriture, éprouve; comme chez les hommes, un frottement dans son velouté, une irritation dans ses fibres: frottement & irritation occasionnés principalement par l'*action du Suc gastrique*, laquelle ne s'exerçant plus sur les alimens, s'exerce sur la substance même animale.

Ce frottement, ce dessèchement, cette irritation des fibres de l'estomac, occasionnent dans l'Ame des brutes, une sensation qu'on nomme *Faim* ou *Appétit*; & cette sensation occasionne dans elles un cours d'esprits animaux, qui dirige leur marche vers les objets propres à faire cesser cette sensation désagréable, & à lui substituer des sensations flatteuses.

II°. En certains tems de l'année, des sucs surabondans viennent-ils à produire certaines irritations dans les organes des brutes? Ces irritations organiques font naître dans leur ame, comme causes occasionnelles, un *Sentiment sympathique*, qui les incline à se reproduire.

Ces mêmes irritations organiques cessent-elles, pendant le reste de l'année? Ce même *Sentiment sympathique*, qui en étoit le fruit nécessaire, demeure totalement suspendu

& assoupi ; & n'imprime à la machine animale , aucun jeu , aucun mouvement relatif au même effet.

III°. Armé d'un pesant bâton , j'entre dans un rustique château , où un Dogue déchainé vient m'accueillir , furieux & la gueule béante. Intrépide je l'attends , & lui assène un coup vigoureux sur le museau. Le Dogue s'enfuit , emportant & la sensation faite par mon bâton , & la sensation faite par ma figure : d'où résulte en lui la *Mémoire* de ces deux objets.

Je reviens , un mois après , au même château ; & le Dogue , à mon aspect , s'enfuit tremblant. Pourquoi ? Parce que ma présence occasionne dans lui le même cours d'esprits animaux , qu'elle lui avoit occasionné un mois auparavant ; & que cet ancien cours d'esprits animaux étoit accompagné d'une sensation très-désagréable , laquelle l'invitoit à fuir l'objet nuisible qui la lui avoit occasionnée.

IV°. Je veux donner une *Education* particulière à un Singe , le former & l'habituer à prendre certaines attitudes que ne lui donne pas sa nature. Que fais-je , pour en venir à bout ?

Une baguette à la main , je donne une attitude marquée à ce singe , & je le frappe à l'instant qu'il la quitte. Je le rends à la même attitude ; & je continue à le frapper , quand il l'abandonne. Les sensations désagréables qu'il éprouve en quittant l'attitude donnée , l'inclinent à conserver la même attitude , tant que dure la sensation occasionnée par la vue de la baguette menaçante ; & pendant ce tems-là , les esprits animaux s'habituent à circuler d'une manière propre à faire prendre & garder la même posture.

Le lendemain , à la vue de la même baguette , le Singe ; qui craint la touche , s'efforce de l'éviter ; & détermine ses esprits animaux à reprendre le même cours que le jour précédent. Le même artifice & le même mécanisme lui feront prendre peu à peu & successivement , une foule d'attitudes qu'il devra à l'art , & non à la nature.

Il y a chez les Brutes , un enchainement naturel de sensations & de mouvemens. La sensation de vision , relative à un objet , fait naître la sensation d'affection ou d'aversion pour cet objet ; & la sensation d'affection ou d'aversion pour cet objet , fait naître des mouvemens propres à le poursuivre ou à le fuir.

V°. Que de sujets d'admiration ne nous offrent pas les *Ouvrages* d'une foule d'especes animales ! Par exemple , les Oiseaux construisent leurs nids , les Abeilles leurs alvéoles , les Castors leurs habitations , d'une manière merveilleuse.

La sensation du besoin ou du plaisir chez les animaux est connexe avec certains mouvemens dans leurs fibres , qui

les déterminent à chercher tels objets, à les arranger de telle manière, à opérer tout ce qui est nécessaire pour la conservation de leurs espèces & de leurs individus. De-là l'amour de la plupart des animaux, pour leurs petits qu'ils élevent ! La vue de ces tendres objets fait naître dans eux un sentiment qui les incline à pourvoir à leur subsistance, & à s'armer puissamment pour leur défense. Mais cette vue cesse-t-elle ? Avec elle cesse la sensation ou le sentiment d'affection.

Si la Nature paroît inconcevable dans les opérations des brutes : est-elle moins inconcevable dans les opérations de l'homme, dans l'état d'enfance, de sommeil, de rêve, où la raison n'agit point, & où le seul instinct paroît agir. Pour être inconcevable, une chose ne cesse donc pas toujours d'être très-réelle & très-plausible : telle est l'action de l'instinct des brutes.

VI°. Le chien & le cheval tressaillent de joie au retour & à la vue de leur Maître, pour qui ils montrent une *Affection* très-marquée, un attachement très-réel.

La sensation occasionnée par la présence d'un objet qui leur a constamment témoigné de l'affection & fait du bien, réveille dans leur ame une sensation de plaisir : sensation connexe avec des mouvemens propres à annoncer & à exprimer cette satisfaction.

VII°. L'*Industrie* des brutes, fruit de leur Instinct naturel, n'est pas moins digne d'attention. Par exemple, un Chien de chasse poursuit sa proie : parce que les corpuscules odorans, émanés du gibier, font naître dans son ame une sensation d'appétit ; qui l'incline à se mouvoir pour atteindre ce gibier.

En poursuivant sa proie, rencontre-t-il sur sa route un précipice profond ? Il s'arrête : parce que la vue du précipice fait naître chez lui, comme chez le chasseur qui le suit, une sensation de crainte & d'effroi, qui le détermine à aller chercher ailleurs un passage.

En poursuivant le gibier, est-il menacé par un loup carnacier, placé entre son maître & lui ? Il recourt à mille détours & à mille ruses, pour se soustraire à son ennemi, & pour se rejoindre à son maître : parce que la sensation de terreur dont il est frappé, le porte à prendre toutes les voies convenables pour s'éloigner du loup, qu'il voit avec de sa perte ; & pour se rejoindre à son maître, qu'il sent armé pour sa défense.



PARAGRAPHE TROISIÈME.  
PROPAGATION DES ANIMAUX ET DES VÉGÉTAUX.

524. OBSERVATION. **D**ANS le genre animal, ainsi que dans le genre végétal, tous les individus périssent; toutes les espèces subsistent. Mais comment s'opere cette *perpétuité d'existence*, dans cette perpétuité de destruction? Tel est l'objet qui a piqué la curiosité des plus grands Philosophes & des plus célèbres Naturalistes, dans tous les siècles.

Nous allons donner une idée de leurs *Observations* & de leurs *Systèmes*: moins pour donner des lumières sûres & plausibles sur cet objet, que pour montrer que l'esprit humain n'en sauroit avoir.

Anathème & mépris à tout *Esprit foible ou corrompu*, dont l'absurde fanatisme voudroit sottement imaginer quelque chimérique indécence, dans la plus intéressante spéculation de la sublime & profonde Philosophie!

525. REMARQUE. Depuis le savant massacre que fit Harvey de tant de Biches dans le Parc du roi d'Angleterre, pour percer le secret de la Nature dans la reproduction des Animaux: la *Biche* & le *Cerf* semblent être destinés à servir d'exemple général en ce genre; & c'est aussi celui que nous allons choisir de préférence.

On nomme *Fœtus*, l'animal formé ou dans la coque de l'œuf ou dans le sein de la mere.

On nomme *Embryon*, le commencement, les premiers linéamens, le premier tems du fœtus.

On nomme *Matrice*, le sein maternel, où le Fœtus prend son accroissement.

PREMIER SYSTÈME: LE MÉLANGE DES HUMEURS.

526. SYSTÈME I. Les anciens Philosophes avoient pensé que la reproduction des êtres animés, par exemple des Faons, est due au simple *mélange des humeurs prolifiques* de la biche & du cerf, dans le sein de la mere.

1°. Descartes, qui n'étoit certainement pas stérile en systèmes, adopta cette opinion; & s'efforça d'expliquer la formation de l'embryon, l'accroissement & l'organisation du fœtus, par les seules Loix du mouvement qu'il avoit imaginées.

La principale raison qui fonde ce premier système: c'est que le nouvel animal participe à la nature, aux qualités, aux

maladies , aux difformités de la mere & du pere auxquels il doit l'existence.

II°. Aristote , l'oracle de l'ancienne Philosophie , adopta à peu près le même systême. Mais il voulut , sans dire pourquoi , que l'humeur prolifique du Mâle , du Cerf , par exemple , contint le Fœtus ; & que celle de la Biche , n'en fût que l'aliment. Le Cerf produisoit la forme ; & la Biche produisoit la matiere du nouvel être.

Cette opinion d'Aristote , ce *Systême de la matiere & de la forme* , subsista jusqu'au tems où la Philosophie commença à renaitre.

SECOND SYSTÈME : LES ŒUFS CONTENANS LE FŒTUS.

527 SYSTÈME II. Au systême de la matiere & de la forme , succéda le *Systême des œufs* , des œufs contenant le Fœtus tout formé du nouvel animal.

Dans un Œuf de poule fécondé , se trouve un *Germe bien visible* , dans lequel on découvre les principaux linéamens du Poulet que l'incubation y fait éclore. Après cette observation , il fallut que toute espee animale , ovipare ou vivipare , eût des œufs semblables , dans lesquels se trouvaient de semblables germes. On crut par-là tout expliqué : tandis qu'on n'avoit fait qu'augmenter les difficultés.

I°. Dans les Femelles des especes ovipares , on trouve des *Ovaires* : c'est - à - dire , une région où une partie du corps , où se forment les œufs. On chercha de semblables Ovaires dans les especes vivipares ; & on n'en trouva pas. Quel parti prendre , pour assurer le *Systême des œufs* ?

Le hasard présenta dans quelques especes vivipares , certaines *Parties spongieuses & vésiculaires* , qui pouvoient avoir quelque ressemblance assez éloignée avec les Ovaires des oiseaux & des poissons. Ces parties spongieuses & vésiculaires furent aisément métamorphosées en ovaires , dans les especes vivipares où on les trouva ; & quand on manqua d'en trouver dans d'autres especes vivipares , on en supposa de cachées.

II°. Malheureusement dans les especes vivipares , ces parties spongieuses & vésiculaires , ces prétendus Ovaires , étoient placés hors de l'enceinte où se forme le Fœtus : il étoit impossible que ces prétendus œufs se portassent par eux-mêmes dans cette enceinte. Que faire encore pour sauver ce systême , d'une ruine évidente ? On imagina des *Pompes* ou des *Trompes mobiles* , pour aller les saisir , & pour les conduire dans l'asyle où ils doivent être couvés , vivifiés , développés.



Après ces découvertes & ces suppositions, on eût eu mauvaise grace de révoquer en doute le Système des œufs ; la question sembloit plausiblement & définitivement terminée. Le *petit Faon* étoit tout formé dans l'œuf de la biche, lequel étoit porté tellement quellement dans la matrice ; & le cerf n'avoit d'autre mérite, que d'occasionner une fermentation fécondante ou vivifiante aux humeurs de la biche, pour les disposer à communiquer le mouvement & la vie aux germes contenus dans ses œufs.

Dans ce système, la Mere, chez toutes les especes d'animaux, avoit la principale influence dans la reproduction de l'espece.

TROISIEME SYSTEME: HYPOTHESE DES DEVELOPPEMENS.

528. SYSTEME III. On ne trouvoit plus de difficulté sur l'existence des Ovaires, sur le transport des Œufs, sur la réalité des Germes ou des Embryons existans dans ces œufs, sur l'accroissement & la vie que recevoient ces Embryons. Mais on en trouva sur la maniere dont ces embryons existoient dans l'œuf.

I°. Chaque Œuf contenoit-il un *seul Embryon*, mâle ou femelle ? Comment cet embryon, parvenu à son accroissement parfait, produisoit-il d'autres embryons organisés comme lui ? La chose paroïsoit incompréhensible, & on vouloit tout comprendre.

On auroit pu recourir à l'action conservatrice du Créateur, qui perpétue la Nature par une influence toujours permanente. Mais on vouloit bannir de la Physique, une fois pour toutes, l'action du Créateur, qu'on jugeoit nécessaire pour former la Nature, & inutile pour la conserver.

II°. On eut donc recours à l'*Hypothese des Developpemens* : c'est à-dire, qu'on supposa dans le premier œuf de chaque espece, une infinité d'infinités d'embryons, tous inclus l'un dans l'autre, & tous formés au commencement des tems.

Ainsi les Œufs formés par le Créateur dans la premiere biche, par exemple, contenoient chacun un nombre impuisable de germes ou d'embryons, tous inclus & emboîtés l'un dans l'autre. L'embryon qui seroit d'enveloppe à tous les autres, devoit naître & se développer le premier.

Si ce premier Embryon étoit mâle : l'animal qui en sortoit, étoit un cerf ; & ne contenoit point d'embryons ultérieurs, lesquels restoient dans la mere, ou s'évanouissoient en pure perte pour l'espece.

Si ce premier Embryon étoit femelle : l'animal qu'il produisoit étoit une biche, laquelle contenoit dans ses ovaires,

tous les embryons mâles & femelles qui restoient à développer.

Ce système révoltant dura jusqu'à l'invention & à la perfection des Microscopes.

QUATRIEME SYSTÈME : LES VERS SIMILAIRES.

529. SYSTÈME IV. Le *Système des Vers*, fit changer de face au système des œufs, sans le détruire totalement.

I°. On examina, avec les meilleurs Microscopes, les humeurs prolifiques, des diverses especes d'animaux; par exemple, du cerf & de la biche. On crut voir dans l'humeur fécondante du Cerf, une fourmilliere de petits vers vivans: on n'en trouva pas de semblables dans l'humeur de la biche. L'imagination transforma aisément ces prétendus vers, en tout autant de petits cerfs & de petites biches. On crut voir le même phénomène, dans les chiens, dans les lapins, dans une foule d'autres animaux, qu'on égorgea & qu'on disséqua, pour en examiner les humeurs.

Le résultat d'une telle observation, fut que le Cerf, ou le Mâle quelconque, produisoit le petit animal qui devoit perpétuer l'espece; & que la Biche, ou la Femelle quelconque, ne fournissoit que les sucs nourriciers qui devoient sustenter le petit animal. La principale influence, dans la reproduction de l'espece, passa donc de la femelle au mâle.

II°. Dans cette petite fourmilliere de *Vers similaires*, contenus dans la substance fécondante du Cerf, il s'en trouvoit quelqu'un plus heureux, qui rampoit ou grimpoit jusqu'à l'Ovaire de la Biche. Là il se logeoit, comme il pouvoit, dans quelqu'un des œufs. Cet œuf étoit apporté, ou par quelque trompe, ou en quelqu'autre maniere, de l'ovaire dans la matrice de la biche: où, en suçant la substance de l'œuf, le Ver prenoit son accroissement.

III°. La transformation de ces vers en faons, dans l'œuf imaginaire de la biche, en poulets dans l'œuf réel de la poule, n'embarassoit pas les Naturalistes: ils n'étoient embarrassés que pour la formation primitive de ces petits insectes.

On adapta aux Vers similaires, l'*Hypothese des Développemens*: on supposa que chaque Ver contenoit une infinité de vers de son espece, tous emboîtés les uns dans les autres; & qui n'avoient besoin que de se développer successivement les uns après les autres, pour se convertir en animaux de leur espece.

Après cette supposition, on croyoit avoir tout expliqué. On n'avoit plus besoin de l'action du Créateur: parce qu'on lui avoit fait tout faire, d'une maniere peut-être chimérique, dès le commencement des tems. Tout cela s'appelloit

de la Philosophie : dans un tems où être philosophe , c'étoit uniquement ne pas rester muet , ou ne pas se laisser mettre au fac.

IV°. Depuis lors , des Naturalistes plus attentifs & plus éclairés ont fait subir un nouvel examen aux différentes humeurs des Substances animales & végétales ; & ont découvert que les prétendus Vers similaires , que les Hartfœker , les Leuwenhoek , les Lametrie , & tant d'autres , attribuoient exclusivement aux humeurs fécondantes des Mâles de toute espece , n'étoient que des *Corpuscules mouvans* , qui se trouvoient aussi & dans le sang & dans les chairs & dans les sucs & dans les diverses humeurs de tous les animaux mâles & femelles : que ces *Corpuscules mouvans* , dont un aveugle enthousiasme avoit fait des êtres vivans & animés , se trouvoient encore dans les infusions des germes d'une foule de plantes.

Cette observation a renversé le système des *Vers similaires* ; & a donné lieu au système des *Molécules organiques* , dont nous parlerons bientôt.

EXPÉRIENCES ET OBSERVATIONS D'HARVEY ;  
SUR LES BICHES ET LES CERFS.

530. OBSERVATION. Les Naturalistes de toute nation , étoient partagés entre ces différens Systèmes : lorsque Charles Premier , Roi d'Angleterre , Prince curieux & amateur des sciences , chargea le fameux Harvey , qui venoit de découvrir & de démontrer la *circulation du Sang* , de faire sur les Biches de son parc , toutes les expériences qu'il jugeroit convenables ; pour tâcher d'arracher à la Nature , son secret en ce genre. Harvey , ce célèbre partisan du Système des œufs , fit successivement , pendant plusieurs années , un prodigieux nombre de dissections de biches fécondées par le cerf ; & ne trouva jamais rien , dans ses observations , qui pût s'adapter à aucun des Systèmes qu'on vient d'exposer. Voici & l'idée & le résultat qu'il nous donne lui-même , de ses expériences & de ses observations en ce genre.

1°. Quoiqu'il ait disséqué un assez grand nombre de Biches , immédiatement après l'accouplement ; il ne trouva jamais dans leur Matrice , aucune humeur ou substance étrangère : ce qui semble détruire le premier système , qui est cependant le seul vraisemblable.

Mais on peut sauver ce système , & le mettre à couvert de cette observation négative : en répondant que les convulsions occasionnées à la biche immolée & disséquée , ont pu opérer chez elle , une révolution capable de déplacer assez

subitement la substance destinée à la rendre féconde ; & cette réponse est d'autant plus solide , que d'autres expériences de Verheyen , de Ruifch , de Vallisnieri , de Leuvenhoek , paroissent prouver & constater ce qu'Harvey se borne ici à regarder comme douteux.

II°. Quoiqu'il ait disséqué successivement une foule de biches , plus ou moins long-tems après leur accouplement : il n'aperçut jamais aucune altération dans le prétendu *Ovaire des biches* ; & ne trouva jamais rien dans la matrice des mêmes biches , qui eût appartenu à cet ovaire : ce qui détruit manifestement , & le système des œufs , & tous les systèmes qui en dépendent.

III°. La premiere altération que Harvey aperçut dans les Biches fécondées en septembre , fut *dans la Matrice* , qu'il trouva un peu enflée & un peu plus molle qu'à l'ordinaire , vers le mois d'octobre. Il y découvrit des Caroncules , ou des excroissances spongieuses , qu'il compare aux bouts des mamelles des femmes. Il en coupa quelques-unes , qu'il trouva parfemées de petits points blancs , enduits d'une matiere visqueuse. Le fond de la Matrice , qui formoit leurs parois , étoit gonflé & tuméfié comme les levres des enfans , lorsqu'elles ont été piquées par les abeilles ; & tellement mollassé , qu'il paroissoit d'une consistance semblable à celle du cerveau.

IV°. Au mois de novembre , la tumeur de la Matrice étoit diminuée ; les excroissances spongieuses , devenues flasques. Mais , ce qui fut un spectacle nouveau , des filers déliés , étendus d'une cavité à l'autre de la matrice , formoient une espece de *Réseau* semblable aux toiles d'araignée ; & s'insinuant entre les rides de la membrane interne , ils s'entrelaçoient autour des caroncules ou des excroissances dont on vient de parler.

« Ce Réseau , dit M. de Maupertuis , de qui nous emprunterons le reste de ce détail historique : ce Réseau forma  
» bientôt une poche , dont les dehors étoient enduits d'une  
» matiere fétide. Le dedans , lisse & poli , contenoit une  
» liqueur semblable au blanc d'œuf : dans laquelle nageoit  
» une autre enveloppe sphérique , remplie d'une liqueur plus  
» claire & crystalline.

» Ce fut dans cette liqueur , qu'on aperçut un nouveau  
» prodige. Ce ne fut point un animal tout organisé , comme  
» on le devoit attendre des systèmes précédens : ce fut le  
» principe d'un animal , un *Point vivant & saillant* , avant  
» qu'aucune des autres parties fût formée. On le voit dans  
» la liqueur crystalline , sauter & battre , tirant son accroissement  
» d'une veine qui se perd dans la liqueur où il nage.

D. d. iv

» Il battoit encore , lorsqu'exposé aux rayons du soleil ,  
 » Harvey le fit voir au Roi.

» Les *Parties du corps* , viennent bientôt s'y joindre , mais  
 » en différent ordre & en différent tems. Ce n'est d'abord  
 » qu'un mucilage divisé en deux petites masses , dont l'une  
 » forme la tête & l'autre le tronc. Vers la fin de novembre ,  
 » le fœtus est formé ; & tout cet admirable ouvrage , lors-  
 » qu'il paroît une fois commencé , s'acheve fort promp-  
 » tement.

» Huit jours après la premiere apparence du *Point vivant* ,  
 » l'animal est tellement avancé , qu'on peut distinguer son  
 » sexe. Mais encore un coup , cet ouvrage ne se fait que  
 » par parties : celles du dedans sont formées avant celles du  
 » dehors. Les visceres & les intestins sont formés avant d'être  
 » couverts du thorax & de l'abdomen ; & ces dernières par-  
 » ties , destinées à mettre les autres à couvert , ne paroîs-  
 » sent ajoutées que comme un toit à l'édifice.

» Jusqu'ici l'on n'observe aucune adhérence du fœtus au  
 » corps de la mere. La membrane qui contient la liqueur  
 » crySTALLINE dans laquelle il nage , que les anatomistes appel-  
 » lent l'*Amnios* , nage elle-même dans la liqueur que con-  
 » tient le *Chorion* , qui est cette poche que nous avons vue  
 » se former d'abord ; & le tout est dans la *Matrice* sans  
 » aucune adhérence.

» V°. Au commencement de décembre , on découvre  
 » l'usage des *Caroncules spongieuses* dont nous avons parlé ,  
 » qu'on observe à la surface interne de la matrice. Ces caron-  
 » cules ne sont encore collées contre l'enveloppe du fœtus ,  
 » que par le mucilage dont elles sont remplies : mais elles  
 » s'y unissent bientôt plus intimément , en recevant les vais-  
 » seaux que le fœtus pousse , & servent de base au *Placenta*.

» Tout le reste n'est plus que différens degrés d'accroisse-  
 » ment , que le fœtus reçoit chaque jour. Enfin le terme  
 » où il doit naître étant venu , il rompt les membranes dans  
 » lesquelles il étoit enveloppé. Le *Placenta* se détache de la  
 » *Matrice* ; & l'animal sortant du corps de la mere , paroît  
 » au jour. Les Femelles des animaux , mâchant elles-mêmes  
 » le cordon des vaisseaux qui attachoient le Fœtus au pla-  
 » centa , détruisent une communication devenue inutile :  
 » les Sages-femmes font une ligature à ce cordon , & le cou-  
 » pent ».

» VI°. Voilà , continue le même Auteur , quelles furent  
 » les observations de Harvey. Elles paroissent si peu compati-  
 » bles avec le *Système des Œufs* & avec celui des *Animaux*  
 » *spermatiques* : que si je les avois rapportées avant que d'ex-  
 » poser ces systèmes , j'aurois craint qu'elles ne prévinsent

» trop contre eux, & n'empêchassent de les écouter ».

» Au lieu de voir croître l'Animal, par l'*Intussusception*  
 » d'une nouvelle matiere ; comme il devoit arriver, s'il  
 » étoit formé dans l'œuf de la femelle, ou si c'étoit le petit  
 » ver qui nage dans la semence du mâle : ici c'est un animal  
 » qui se forme par la *Juxta-position* de nouvelles parties.  
 » Harvey voit d'abord se former le sac, qui le doit contenir ;  
 » & ce sac, au lieu d'être la membrane d'un œuf qui se  
 » dilateroit, se fait sous ses yeux, comme une toile dont  
 » il observe les progrès. Ce ne sont d'abord que des filets  
 » tendus d'un bout à l'autre de la Matrice : ces filets se  
 » multiplient, se serrent, & forment enfin une véritable  
 » membrane. La formation de ce sac, est une merveille qui  
 » doit accoutumer aux autres.

» Harvey ne parle point du sac intérieur, dont sans doute  
 » il n'a pas été témoin : mais il a vu l'animal qui y nage,  
 » se former. Ce n'est d'abord qu'un *Point*, mais un point  
 » qui a la vie ; & autour duquel les autres parties venant  
 » s'arranger, forment bientôt un Animal. (\*) ».

#### CINQUIEME SYSTÈME: LES MOLÉCULES ORGANIQUES.

531. SYSTÈME V. A tous les Systèmes dont nous avons fait mention, a succédé enfin le Systême des *Molécules organiques*: systême plus ingénieux & plus philosophique que tous ceux qui l'ont précédé, & qu'on peut regarder comme un heureux développement du seul systême admissible en ce genre, ou du systême qui attribue la reproduction des espèces vivantes au mélange des humeurs prolifiques.

Dans ce systême, imaginé & développé par le célèbre de Buffon, les *Molécules organiques*, comme l'annonce l'expression qui en présente l'étymologie, sont des petites masses ou substances organisées : *Molecula, parvula moles, suis instructa organis*. C'est par ces *Molécules*, que cet illustre Naturaliste, peintre sublime & philosophe profond, tâche de rendre raison du plus grand phénomène que nous présente la Nature ; savoir, de la Réproduction des Plantes & des Animaux, qu'il envisage en ce genre sous un même point de vue. Voici le fond & le précis de ce Systême, où se développent également & l'étendue & la justesse & la sagacité du génie.

1°. Il y a dans la Nature, dit cet Auteur, une matiere qui sert à la nutrition & au développement de tout ce qui

(\*) Maupertuis, *Venus physique*. Harvey, de *Cervarum & Damarum coitu*, Exercitatione 66.

vit & végete. Cette matiere opere la nutrition & le développement : en s'assimilant à chaque partie du corps de l'animal ou du végétal ; & en pénétrant intimement la forme des types & des moules intérieurs , où elle s'insinue. Lorsque cette *Matiere nutritive* est plus abondante qu'il ne faut pour nourrir & développer le corps animal ou végétal : elle est reavoyée de toutes les parties du corps , dans un ou dans plusieurs Réservoirs , sous la forme d'une liqueur.

Cette liqueur contient toutes les molécules analogues au corps de l'animal ou du végétal ; & par conséquent , tout ce qui est nécessaire à la Reproduction d'un petit être entièrement semblable au premier.

II°. Lorsque cette *Matiere nutritive* & productive a passé par le moule intérieur de l'animal ou du végétal , ou par les pores & les cribles de toutes les différentes parties qu'elle nourrit , & qu'elle trouve une *Matrice convenable* : elle produit un animal ou un végétal de même espece.

Mais lorsqu'elle ne se trouve pas dans une *Matrice convenable* : elle produit des Êtres organisés , qui ne sont encore que des *Corpuscules mouvans* ; tels que ceux qu'on observe dans les liqueurs séminales & quelquefois dans le sang & dans les autres humeurs de certains animaux ; tels que ceux encore qu'on observe dans les infusions des germes d'une foule de plantes terrestres & aquatiques.

III°. Cette *Matiere nutritive* & productive est composée de particules organiques , toujours actives par leur nature ; ou toujours disposées à s'unir à d'autres molécules analogues , soit par leurs affinités , soit par quelque autre cause.

Ces *Corpuscules mouvans* & végérans sont privés d'action & de mouvement : quand ils sont fixés & arrêtés par les parties brutes & tenaces de la matiere terreuse , huileuse , saline , qui les enveloppent. Mais dès qu'on les dégage de cette matiere étrangere : ils reprennent leur action , & produisent différentes especes , ou de végétations , ou d'êtres animés qui se meuvent progressivement.

532. REMARQUE. Ce *Système des Molécules organiques* , peut devenir absurde en deux manieres différentes , ou dans deux différentes suppositions dont il est aisé de le garantir & de le rendre indépendant.

I°. Ce système sera absurde : si on suppose que les Molécules organiques ont en elles-mêmes & par elles-mêmes , une *vraie Sensibilité* , ou une intrinseque capacité d'éprouver des perceptions réelles de plaisir & de douleur , dans les différentes substances animales dont elles font partie ; & que les Brutes n'ont point d'*Âme sensible* , qui soit réellement

distinguée de la matiere, des propriétés & des modifications de la matiere ; & qui soit dans elles , le principe ou le sujet immatériel du sentiment.

Car la Philosophie & le Sens commun nous apprennent de concert , que *la matiere est tout aussi incapable de sentiment, que de pensée.* ( Mét. 711 & 805 ).

II°. Ce système sera encore absurde : si on suppose que les Molécules organiques , en se transformant en corps animaux & en corps végétaux , operent ces merveilleux phénomènes par une *Energie intrinsèque*, qui leur soit propre , qui soit attachée & inhérente à leur nature ; & non *en vertu des Loix physiques*, qu'a librement établies & que perpétue librement l'Auteur de la Nature , l'Être infiniment intelligent & infiniment actif par sa nature & par son essence.

Car la Philosophie & le Sens commun nous apprennent de concert , que *toute Matière est aveugle & inerte de son fonds* ; & que l'Organisation animale & végétale , qui par-tout annonce visiblement & une infinie intelligence & une infinie activité , ne sauroit émaner d'un concours ou d'un aggrégat de Molécules organiques , qui ne sont qu'une pure matiere , & à qui il seroit également ridicule & absurde d'attribuer & une activité & une intelligence infinies.

#### APPLICATIONS DE CE DERNIER SYSTÈME.

§ 33. APPLICATION I. Sans adopter servilement toutes les idées de l'Auteur de ce système : voici comment nous concevons & la formation & l'action des *Molécules organiques*, dans le Regne animal & dans le Regne végétal.

I°. Un Animal ou un Végétal , formé par un germe unique qui contient en petit le canevas fondamental de son organisation , parvient par la nutrition à son accroissement parfait ; & produit en lui-même , par le moyen des cribles & des types de son organisation , des *Germes semblables à lui*, ou des germes semblables au germe d'où il est né. Delà l'inutilité des absurdes développemens. ( 528 ).

Ces Germes nouveaux , destinés à le reproduire , ne sont autre chose que le superflu des fucs nourriciers qui vont s'entretenir & développer toutes les parties du corps organisé ; & qui , devenus redondans dans chaque partie animale & végétale , doivent refluer dans certains *Réservoirs communs*, & s'affimiler en petit , comme ils auroient été assimilés en grand. Le reflux qui se fait persévéramment , du moins dans certains tems , dans les réservoirs de l'animal ou du végétal , doit donc former une image de l'Animal ou du Végétal. Voilà un Germe destiné à le reproduire.

II°. Ce Germe , placé dans un lieu propre à son dévelop-



pement, tend à végéter en petit : comme l'Animal ou le Végétal végète en grand.

Le germe d'un Végétal, placé dans une terre favorable, forme une chevelure de racines qui vont pomper les sucs de la terre, & qui lui attirent une substance propre à s'affimiler avec ses différentes parties.

Le germe d'un Animal ovipare, végète & produit les filamens par où il reçoit sa nourriture, préparée dans l'œuf, & propre à s'affimiler avec tous ses membres & tous ses organes, en commençant d'abord par les plus essentiels.

Le germe d'un Animal vivipare, en s'infinuant dans les pores entr'ouverts d'une substance spongieuse, végète & produit ses filets, par où il s'implante dans cette substance; & y puise les sucs nourriciers qui développent successivement les principaux organes de sa constitution. (530).

III°. Selon les observations de Malpighi & de Haller, le germe & le fœtus du Poulet, est tout formé dans les œufs de Poule non fécondés (\*). Est-il impossible, est-il même improbable qu'il y ait de semblables germes, dans les divers réservoirs des femelles vivipares, par exemple, dans la Biche ?

Pourquoi cependant ces germes ne peuvent-ils jamais se développer & être vivifiés, sans le concours des molécules organiques du coq & du cerf ? Parce que ces molécules organiques de la poule & de la biche, isolées en elles-mêmes, n'ont pas une Affinité attractive avec les sucs nourriciers qui doivent les faire végéter ; & qu'elles acquièrent cette vertu attractive, par leur union avec les molécules organiques du coq ou du cerf. C'est ainsi que dans les Opérations chimiques, on voit tous les jours une substance qui par elle-même n'a point d'affinité attractive avec certaines substances, acquérir cette affinité attractive, par son union avec une autre substance. (87).

IV°. Par leur union, les Molécules organiques du Cerf

(\*) NOTE. La Cicatrice de l'œuf, contient le véritable germe ; & cette cicatrice existe dans les œufs, fécondés ou non. Mais dans la cicatrice des œufs fécondés, se trouvent bien formés & bien caractérisés les principaux linéamens du petit animal que l'incubation doit y faire éclore : au lieu que dans la cicatrice des œufs non fécondés, ne se montre bien décidément qu'un petit globe informe, plein de suc, muni d'appendices, & environné de cercles concentriques. Mais, soit qu'il y ait ici un vrai germe encore mal développé, soit qu'il n'y ait que le canevas & l'échafaudage d'un germe : la théorie dont il s'agit ici, est toujours à peu près la même. Car il s'y agit de rendre raison pourquoi les Molécules organiques de la poule & de la biche, ne produisent pas un animal de leur espèce, sans le concours des molécules du coq ou du cerf.

& de la Biche, produiront ou un fœtus mâle qui ressemblera au pere, ou un fœtus femelle qui ressemblera à la mere : selon que les molécules qui doivent déterminer le sexe, auront été prédominantes de la part ou du cerf ou de la biche.

Les *Molécules semblables & sympathisantes* s'unissent selon l'ordre & le rapport de leur affinité ; celles de la tête avec celles de la tête, celles des pieds avec celles des pieds.

Les *Molécules dissemblables*, & qui doivent déterminer le sexe du fœtus, manquant d'affinité attractive, n'adhéreront pas entre elles. Parmi les *Molécules spécifiques* du cerf & de la biche : celles qui auront la plus grande affinité avec le reste du fœtus, resteront adhérentes à ce fœtus, expulseront les autres ; feront du fœtus, un cerf ou une biche.

V°. Le Fœtus végétant n'est point animé par cette végétation, qui n'a & ne peut avoir rien de commun avec la *Substance immatérielle* à laquelle le fœtus devra & la vie & le sentiment.

Cette Ame immatérielle doit être indispensablement créée par le Tout-puissant ; & il est probable que cette création a lieu, au tems où le fonds de l'organisation essentielle est opéré. (*Mét.* 810).

534. REMARQUE. Tel est, ou tel peut être conçu, le *Système des Molécules organiques*.

Ce système, sujet à bien des difficultés, a du moins l'avantage & le mérite d'avoir purgé la Physique, de la fabuleuse & ridicule hypothèse des *Animalcules spermatiques*, que crurent avoir découverts Leuwenhoek & Hartsoecker : hypothèse qu'a enfin proscrit une Physiologie plus éclairée.

Armés de leurs fameux microscopes, ces deux Observateurs, vieux & sans lunettes, ont eu le privilège de voir seuls, ce que mille autres Observateurs, avec les yeux les mieux constitués, avec les meilleurs microscopes, n'ont jamais pu voir de la même manière qu'eux. Que ne voit-on pas, quand on voit avec des yeux trop avides de singularité, avec un esprit entiché d'un aveugle enthousiasme pour une découverte qui doit renverser toutes les idées reçues ! Des figures bizarres deviennent des figures animales : des vibrations purement mécaniques se convertissent en mouvements vitaux & spontanés : des molécules plus ou moins informes, des *Corpuscules mouvans* qui n'ont peut-être rien de commun avec ce que nous nommons *Molécules organiques*, sont des cerfs, des taureaux, des moutons, des lapins, des chiens, des hommes.

Heureusement tous les Observateurs n'ont pas les mêmes yeux ; & le prestige se détruit par le conflit des relations.

Les vrais animalcules, que leur extrême petitesse dérobe à la simple vue, & que rend visibles un excellent microscope en les traçant dans l'œil sous un angle bien sensible, tels que les anguilles du vinaigre ou les mites du fromage, sont toujours vus de la même manière & sous les mêmes traits, par tous les Observateurs. Les animalcules de Leuwenhoek ont été vus diversement par tous les observateurs qui ont soutenu leur fabuleuse existence : existence digne à plus d'un titre, d'être adoptée avec enthousiasme par l'Auteur de l'Homme-machine.

La diversité & l'opposition permanentes des Observations en ce genre, ont enfin ébranlé, ridiculisé, décrédité la prétendue découverte ; & l'Opinion des Animalistes a cédé la place au Système des Molécules organiques, en attendant qu'un nouveau système succède peut-être encore à celui-ci : ce qui ne paroît pas devoir arriver sitôt.

Quelques Physiologistes ont déjà voulu substituer aux Molécules organiques, une *Vapeur spiritueuse*, un *Esprit fécondant*, une *Matière électrico-prolifique* : grands mots, qui ne disent rien, quand on les analyse ; où le Vulgaire croit voir la sublimité du génie, & où le Philosophe ne voit que son impuissance ; & qui ne laissent à l'esprit que des idées si vagues & si confuses, qu'on peut les placer à côté des Qualités occultes du vieux Péripatétisme.

535. APPLICATION II. Quoique la théorie des Molécules organiques ne soit qu'un système, & qu'un système peut-être ruineux : ce système très-philosophique est propre & le seul propre à rendre raison d'une foule de phénomènes en ce genre : ce qui est du moins un grand préjugé en sa faveur.

I°. Le jeune Faon, par exemple, est de même nature que les deux êtres vivans, le cerf & la biche, qui lui ont donné la vie : parce que les molécules qui ont formé le canevas de son être primitif, ont été formées au moule intérieur des deux substances organisées qui lui ont donné l'existence : soit que les molécules analogues du cerf & de la biche, se soient rapidement unies dans la Matrice de la biche ; soit qu'elles se soient unies successivement, en circulant dans le sang & dans le corps de la biche, avant de parvenir au gîte destiné à leur développement.

Le jeune Faon est de la couleur, de la taille, de la nature de la biche & du cerf de telle contrée : parce que les molécules organiques qui lui donnent l'existence, ont été modelées sur la biche & le cerf de cette contrée, & non sur la biche & le cerf d'une contrée différente.

II°. D'une Jument & d'un Ane naît un animal mi-parti,

un Mulet, qui tient des deux especes : parce que les molécules organiques qui, en s'affimilant, ont concouru à former son existence, sont de nature différente, mais propres à adhérer ensemble par leur affinité.

Parvenu à son état d'accroissement naturel, l'*Animal mi-parti* a dans lui des molécules organiques, résultantes d'un reflux des sucres nourriciers. Mais ces molécules organiques n'ont point de fécondité : parce que leur nature mi-partie manque d'affinité avec les molécules organiques d'un animal de son espece ou d'une espece différente.

III°. Il y a des especes d'*Animaux asexes* ou *Aphrodites*; c'est-à-dire, neutres & sans aucun sexe; tels que quelques pucerons, les conques, plusieurs sortes de vers & d'insectes, où chaque Individu isolé se reproduit seul par lui-même : parce que les molécules organiques de cet individu sont suffisamment organisées pour donner l'être à un animal semblable, sans avoir besoin d'être unies à d'autres molécules de même espece.

536. REMARQUE. Il y a dans la Nature, des *Monstres* par excès ou par défaut. On peut aisément rendre raison de leur formation, dans le système des Molécules organiques.

I°. Les *Monstres par excès*, par exemple, un Cerf à deux têtes, doivent cette difformité à deux fœtus distingués, dont l'un s'est conservé en entier, & l'autre a péri en partie.

Dans celui-ci, le tronc de la molécule organique qui devoit le former, a péri, ou a manqué de se former; & la tête, échappée au même désastre, s'est développée à part, & s'est implantée par juxtaposition, au tronc du fœtus existant à côté de lui. (530).

Si on demande pourquoi cette tête ne s'implante pas au milieu du dos, au talon, ou à telle autre partie moins analogue de l'animal : nous répondrons que la chose doit arriver ainsi : parce que cette tête a plus d'analogie & d'affinité avec le cou de l'animal co-existant, qu'avec toute autre partie.

Parmi les hommes, on a vu des *Races sexdigitaires* : parce que les molécules organiques des sexdigitaires, sont elles-mêmes de petits êtres sexdigitaires, résultans du reflux de toutes les parties d'un Tout sexdigitaire.

II°. Les *Monstres par défaut*, par exemple un Fœtus sans bras dans l'espece humaine, doivent cette difformité à quelque accident qui a fait périr la partie analogue aux bras, dans la molécule organique de ce fœtus; ou qui a empêché les bras de ce fœtus, formés peut-être séparément, de venir s'implanter à la place convenable à leur affinité.

Une Molécule organique, privée de linéamens correspondans aux bras, doit produire un corps sans bras. Une

Molécule organique, entiere & complete, aura le même fort : si quelqu'accident empêche les linéamens correspondans aux bras, de végéter ou de s'implanter au tronc.

Un Pere & une Mere, viciés d'une maniere quelconque dans leur constitution essentielle, transmettent assez communément ces *Vices physiques* à leurs enfans : parce que les molécules organiques, élaborées par l'organisation générale de ce pere & de cette mere, sont en petit, ce que le pere & la mere sont en grand, des êtres manqués & défectueux.

Un Militaire, qui aura perdu un bras dans une bataille, ne tranfmet pas cette difformité à ses enfans : parce que les sucs destinés à nourrir ce bras, sont antérieurement élaborés & dans les types & dans les moules qui communiquoient avec ce bras : d'où il arrive que leur reflux a la perfection & l'organisation qu'il doit avoir, dans les molécules organiques qui en résultent.

III°. Quant aux *Monstres humains*, à tête de chat, à patte de chien, à queue de cheval, à figure de belette, de grenouille, de crapaud, dont font mention quelques antiques Physiologistes, chez qui l'imagination étoit plus puissante que la raison : on peut les placer au rang des *Contes surannés & absurdes*. « J'ai examiné plusieurs de ces Monstres, » dit un Naturaliste éclairé & clairvoyant, le célèbre de » Maupertois : mais tout se réduisoit à quelques traits dif- » formes. Je n'ai jamais trouvé dans aucun Individu, de par- » tie qui appartint incontestablement à une autre espece qu'à » la sienne ; & si l'on me faisoit voir quelque Minotaure ou » quelque Centaure, je croirois plutôt des alliances mon- » trueuses, que des prodiges ».

537. COROLLAIRE. Il résulte de tout ce que nous venons de soumettre à un philosophique examen, dans ce dernier paragraphe, que la *Reproduction des êtres vivans doit être regardée foncièrement, comme un mystere impénétrable de la Nature* : puisque toutes les observations, toutes les expériences, toutes les hypotheses imaginées dans une matiere où l'esprit humain semble ne pouvoir aller plus avant, n'ont encore donné sur cet objet, aucune connoissance bien lumineuse & bien satisfaisante :



## ARTICLE SECOND.

## IDÉE GÉNÉRALE DU REGNE VÉGÉTAL.

538. DESCRIPTION. **L**E *Végétal* est un corps organisé, qui a un principe de vie, qui naît d'un germe, qui prend son accroissement par Intus-susception, qui ressemble foncièrement à l'Animal par son organisation, & qui en diffère essentiellement par son défaut de sentiment. Le Regne végétal est principalement l'objet de la *Botanique*: science qui embrasse à la fois & la partie historique & la partie physique de tout ce qui concerne les *Végétaux*.

Les Botanistes ont déjà découvert environ cent vingt ou cent vingt-cinq mille especes différentes de plantes ou de végétaux, dans la partie de l'ancien & du nouveau monde qu'ils ont parcourue. S'ils avoient parcouru de même la Terre entiere, ils en auroient vraisemblablement trouvé plus de deux cens mille. Mais la plupart des Botanistes se sont plus occupés de la *nomenclature des Plantes*, qui est peu utile; que de leurs propriétés naturelles, dont on pourroit tirer de grands avantages.

## DIVISION DU REGNE VÉGÉTAL.

539. DIVISION. Le célèbre Adanson divise le Regne végétal, ainsi que le Regne animal, en especes unisexes, bissexes, affexes ou neutres. (521).

I°. Il y a parmi les Plantes, des *Especes unisexes*, dont les individus sont ou seulement mâles, ou seulement femelles.

Tel est le Chanvre, où chaque plante individuelle a un sexe unique & exclusif. La plante qui porte la fleur ou les étamines, est le mâle, ou l'individu fécondant: la plante qui porte la graine, est la femelle, ou l'individu fécondé.

Tels sont encore le Pistachier & le Palmier, dont le mâle ne porte que des fleurs; & dont la femelle ne porte jamais de fruits, si l'arbre mâle n'est planté auprès d'elle.

II°. Le plus grand nombre des *Végétaux*, est celui des *Especes bissexes*: où chaque individu, mâle & femelle à la fois, produit & ses fleurs fécondantes, & ses fleurs à féconder. Tel est le bled, dont l'épi produit d'abord ses fleurs ou ses étamines, qui en tombant dans les écailles qui leur ont servi de calice, y fécondent la substance qui doit se convertir en grain.

En général, la *subtile poussiere* qui couvre les étamines des fleurs, dans tous les arbres, dans toutes les plantes,

Et c

est la substance qui doit donner naissance aux fruits : et tombant dans les stigmates où ils doivent se former. Communément sur un même arbre bissexé, les fleurs mâles & les fleurs femelles sont sur une même tige. Quelquefois aussi elles sont sur une tige différente : comme on le voit dans le figuier, dans le châtaignier, & dans plusieurs autres.

III°. Il y a enfin des *Especies asexées*, qui n'ont aucun sexe sensible, qui ne sont ni mâles ni femelles, qui se reproduisent & se multiplient par cayeux, sans aucunes fleurs, sans aucune fécondation. Cette classe est peu nombreuse, & encore assez mal connue.

#### GERMES DES VÉGÉTAUX.

540. OBSERVATION. Tout Végétal naît d'un germe, ainsi que tout Animal : ce germe est un reflux des sucres nourriciers de la plante qui le produit. Par exemple, dans un *Chêne*, le superflu ou la partie redondante des sucres de différente espèce qui ont été élaborés dans les moules de l'arbre pour nourrir toutes ses parties, se dépose à l'extrémité des branches, & s'y forme en glands. Ces glands sont au chêne, ce que l'œuf est à la poule : ils doivent reproduire son espèce.

I°. Comme dans chaque œuf de poule, se trouve un germe, où sont contenus les principaux linéamens d'un petit animal, qui n'a besoin que d'un certain degré de chaleur pour se développer & pour devenir un poulet : de même dans un *Gland* se trouve un germe, où sont contenus les principaux linéamens d'un végétal, qui n'a besoin que d'un certain degré de fermentation convenable dans la terre, pour devenir un *Chêne*. Les germes des Végétaux, se forment & se placent de différente manière dans leur Sujet : mais aucun Végétal n'est produit sans un germe, qui lui donne primitivement l'existence.

On voit ici que notre système sur la Reproduction des Végétaux quelconques, arbres, arbrisseaux, herbes, n'est qu'une application ou qu'un corollaire du système des Molécules organiques, que nous avons adopté dans la Reproduction du Genre animal. Le germe reproductif d'une Plante quelconque, n'est qu'un petit agrégat de Molécules organiques, exactement assimilé à la plante qui lui donne l'existence. (533, 552, 542).

II°. La vertu reproductrice des Végétaux, se trouve ordinairement dans les graines qu'ils produisent hors de la terre : comme dans le *chêne*, dans le *bled*, dans le *chanvre*. Dans quelques-uns, elle est dans leurs oignons & dans leurs griffes ou pattes, qui naissent au sein de la terre :

comme dans les tulipes, dans les anémones, dans les renoncules. Dans quelques autres, tels que les arbres, elle se trouve dans presque toutes leurs parties : dans leurs semences qui, reçues dans une terre convenable, y végètent & s'y convertissent en arbrisseaux de même espèce ; dans leurs branches qui, coupées & piquées en terre, deviennent des *Boutures* ; dans leurs racines & dans leurs rejettons qui, séparés du tronc & plantés en terre, font revivre l'arbre dont ils ont été arrachés.

#### FLEURS ET FRUITS DES VÉGÉTAUX.

341. DESCRIPTION. Les Fleurs sont des productions des Plantes, qui, en embellissant la Nature, sont destinées à rendre féconde en fruits, la Plante qui les produit, & à faire naître le germe qui doit perpétuer son espèce.

Quel intéressant spectacle, qu'un Parterre où la Nature & l'Art ont réuni toutes les richesses du coloris, tous les parfums des odeurs ; où la vue & l'odorat, également flattés, semblent ravir l'âme hors d'elle-même, & la transporter à l'envi par-tout où elle trouve des sources innocentes de plaisirs !

Brillans objets, votre Possesseur vous contemple & vous admire en enthousiaste : un Fleuriste rival vous convoite avec jalousie ; une Nymphe vive & légère s'empresse de s'embellir de vos couleurs & de s'enrichir de vos flatteuses exhalaisons ! Pour moi, je me borne à vous observer en philosophe.

La *Fleur en général* porte dans son sein, le principe d'un germe reproductif de son espèce. Trois parties principales constituent communément sa nature : savoir, un calice, une corolle, un cœur.

I°. Le *Calice* est l'enveloppe extérieure, qui soutient & met à couvert toutes ses parties. Il est communément de couleur verte ; & quelquefois il se métamorphose en feuilles colorées.

II°. La *Corolle* est la partie colorée de la fleur. Elle semble destinée à embellir la Nature ; & à mettre à couvert des injures de l'air, le Cœur de la fleur, qui est sa partie la plus essentielle.

III°. Le *Cœur* est le centre de la fleur : il est communément composé des étamines & du pistil.

Les *Étamines* sont des filets qui s'élèvent du centre ou du sein de la fleur, & qui sont surmontés d'un petit corps qu'on nomme *Sommet* : ce sommet contient la poussière fécondante de la fleur.

Le *Pistil* est un tuyau destiné à recevoir les poussières



des étamines , dans des cavités qu'on appelle *Stigmates* : c'est là que naît la graine.

Le Pistil est assez communément placé vers le milieu ou vers le centre de la fleur , comme dans le Lys ; & il communique toujours avec l'endroit où doit se former le germe ou la vertu reproductive de la plante.

IV°. La Fleur , en ornant la Nature , nous prépare souvent un *Fruit délicieux*, un *Grain nourrissant*, une *Farine précieuse*. Elle se métamorphose en pomme dans le pommier , en fraise dans le fraisier , en grain dans le bled.

Telle est l'admirable économie de la Nature. La vertu reproductive des plantes , ou le germe qui conserve & multiplie leur espèce , naît communément enveloppé d'une substance destinée à faire la nourriture & les délices des êtres vivans.

V°. On remarque dans les *Fruits*, les mêmes parties essentielles que dans les *Plantes* : savoir , les peaux ou membranes , les pulpes ou chairs , les fibres ou corps ligneux.

Parmi les fruits , les uns sont à pépin , les autres à noyau ; les uns cassans , les autres fondans ; les uns farineux , les autres ligneux. Les uns naissent à plate terre , ou dans le sein même de la terre : les autres se forment dans la région de l'air , tantôt isolés , tantôt en grappes.

L'âcreté qui les caractérise dans leur être primitif , cesse & s'évanouit communément : quand la chaleur du Soleil , ou la fermentation intérieure de leurs parties , a perfectionné leur substance.

#### FORMATION DES VÉGÉTAUX.

542. OBSERVATION. Comme l'Animal se forme & se nourrit par le moyen des sucs nourriciers que lui fournissent les alimens , & que modifient & transforment les différens pressoirs , cribles , types , alambics , de la machine animale ( 517 ) : de même le Végétal se forme & se développe par le moyen des sucs nourriciers que lui apportent & ses racines & ses feuilles , & que prépare & modifie son organisation.

Les Plantes sucent , pompent , absorbent , inspirent l'eau de la terre , par le moyen de leurs racines chevelues , qui sont tout autant de petits tuyaux ; & l'humidité de l'air , par leurs feuilles poreuses & absorbantes , où se trouve l'embouchure d'une infinité de petits conduits qui y commencent ou qui y finissent. Comme l'eau , par son Affinité avec une foule de corps hétérogènes ( 108 ) , en tient toujours une quantité considérable en dissolution : en s'insinuant dans la plante , l'eau y voit une foule de substances différen-

tes ; qui , mêlées & combinées avec elle , composent & la seve & le suc de cette plante.

I°. On a observé dans les Plantes , une *Seve ascendante* & une *Seve descendante*. De-là une circulation de seve & de sucs nourriciers , dans les plantes ou dans les végétaux : comme une circulation de sang & d'humeurs , dans les animaux.

On connoît dans les Arbres , des *Vaisseaux lymphatiques* , qui voiturent la seve ou la nourriture commune aux différentes especes ; des *Vaisseaux propres* , où coulent les sucs particuliers à chaque espece d'arbre. On y soupçonne aussi des *Vaisseaux aériens* , qu'on nomme *Trachées* , placés en lignes spirales à l'entour du tronc ; & destinés à faciliter la circulation de la seve & des sucs propres.

II°. Comme tous les *Sucs de la terre* , ne sont pas indifféremment propres à chaque espece de Végétal : chaque végétal est organisé d'une manière propre à recevoir les sucs qui lui conviennent ; & à arrêter au passage de ses cribles & de ses moules , les sucs qui ne lui conviennent pas.

Les sucs attirés & admis dans l'intérieur de la Plante , se triturent , se pétrissent , se modifient dans une foule de canaux & de cribles , qu'on pourroit comparer à l'estomac , aux intestins , aux veines lactées des animaux. La Transpiration sensible & insensible , qui a indubitablement lieu dans le genre végétal , comme dans le genre animal , est l'unique sécrétion des plantes.

Les *Canaux de la seve & du suc* , divisés en une infinité de ramifications , comme les veines & les arteres dans les animaux , vont nourrir & sustenter toutes les parties de la plante : en leur portant des sucs élaborés d'une manière convenable à chaque partie , au tronc , à l'écorce , aux feuilles , aux fleurs. Le superflu ou la partie redondante de ces sucs nourriciers , se convertit en germes , dans des réservoirs convenables : ces germes sont en petit , ce que la plante est en grand.

III°. Mais comment & par quel mécanisme physique , deux Plantes différentes , une renoncule & un chou , un figuier & un chêne , vont-elles choisir , par leurs racines chevelues , dans une même terre , par leurs feuilles poreuses & absorbantes , dans une même masse d'air humide , les sucs nourriciers qui leur conviennent spécialement à chacune ? Une telle supposition n'est-elle pas une de ces ingénieuses chimères qu'enfante l'imagination , & qui ne sont fondées en rien dans la Nature ? Non : cette supposition n'est point imaginée sans fondement ; puisqu'elle nous est suggérée par une expérience bien simple & bien sensible.

Mélez ensemble de l'eau, du vin, de l'huile, dans un grand gobelet : prenez trois bandes de papier, imbibées, par leur extrémité, l'une d'huile, l'autre de vin, l'autre d'eau. Ces trois bandes, plongées dans le gobelet par le bout où elles ont été humectées, distilleront par l'autre bout hors du gobelet, chacune la liqueur dont elle est imbibée : l'une attirera l'huile, l'autre l'eau, l'autre le vin, sans mélange.

Tel est, tel doit être conçu le *Sucoir des Plantes*, lequel recevant uniquement la substance appropriée à ses organes & à sa nature, rejette toutes les autres. Le figuier attire & reçoit un suc plus laitieux ; le chêne, un suc plus ligneux ; la renoncule, un suc qui se diversifie en mille couleurs admirablement nuancées. Quelle nouvelle preuve en faveur des Affinités ou des Attractions spéciales, que nous avons établies ailleurs ! (93).

#### DIFFÉRENTES PARTIES DES VÉGÉTAUX.

543. OBSERVATION. Les Végétaux, à raison de leur grandeur, se divisent en *Arbres*, en *Arbrisseaux*, en *Herbes* : l'organisation générale est la même pour les uns & pour les autres. Pour mieux l'observer, nous allons l'examiner dans les arbres, où elle se montre plus en grand.

Dans une branche d'arbre, coupée transversalement, on remarque quatre choses principales, savoir, la moëlle, le bois, l'aubier, l'écorce. On observe la même chose dans l'Arbre entier : qui est en grand, précisément ce que la branche ou le rameau est en petit.

I<sup>o</sup> La *Moëlle* est le long de l'axe du tronc cylindrique, un amas de petites logettes, séparées par des interfices ; une espèce de tissu cellulaire, composé d'utricules verdâtres & pleins de suc.

Cette moëlle, très-marquée dans les petites branches, se durcit avec le tems, & disparaît assez communément dans le tronc ou dans le bois bien formé.

II<sup>o</sup> Le *Bois* est la partie la plus dure du tronc, divisée en couches concentriques autour de l'axe. C'est un amas de fibres longitudinales, fortement liées les unes aux autres par une infinité de petites fibres transversales, qui du cœur ou de l'axe vont s'épanouir dans l'écorce. Le bois proprement dit, s'étend jusqu'à l'aubier.

III<sup>o</sup> L'*Aubier* est une couche ou une ceinture de bois imparfait & mal formé, située entre le cœur & l'écorce des arbres. L'aubier diffère du bois parfait, par sa couleur & par sa dureté : les ouvriers le rejettent, comme peu solide & comme sujet à la vermoulure. Ce sont les dernières cou-

ches d'accroissement qu'a pris l'arbre, & qui ne sont pas encore assez durcies & formées.

En prenant chaque année une nouvelle couche ligneuse entre l'écorce & l'aubier précédent, l'arbre convertit successivement en bois son aubier, qui se condense & se durcit continuellement par la pression des nouvelles couches qui surviennent. On peut connoître assez aisément l'âge d'un Arbre, par ses couches ligneuses concentriques, placées & marquées entre l'axe & l'écorce : puisqu'il prend chaque année une couche d'accroissement. Le nombre de ses années est donc égal au nombre de ses couches ou ceintures ligneuses.

IV°. L'*Ecorce* est l'enveloppe & comme la peau de l'arbre. C'est dans l'écorce, que réside la principale organisation : elle est composée de trois parties principales, qui sont le liber, l'écorce moyenne, l'épiderme.

Le *Liber* est un amas de pellicules fines, semblables aux feuillets d'un livre, adhérentes immédiatement à l'aubier. Chaque année, au printems, cet amas de pellicules enroulées & concentriques, se dégage du reste de l'écorce, & devient une nouvelle couche de l'aubier. La sève, qui coule entre le liber & l'écorce moyenne, produit chaque année une nouvelle couche de pellicules entre l'écorce moyenne & le liber de l'année précédente.

L'*Épiderme* est la peau extérieure qui enveloppe toutes les couches corticales. C'est une membrane très-fine, toujours transparente, communément sans couleur, élastique & un peu poreuse.

V°. L'*Ecorce moyenne*, située entre le liber & l'épiderme, est composé de fibres ligneuses longitudinales, de vaisseaux propres, d'un tissu cellulaire. La végétation des plantes, dépend principalement de ces trois choses.

Les *Fibres ligneuses longitudinales* sont des vaisseaux creux où coule la sève. Collés les uns aux autres, sans anastomoses ou sans valvules de communication, ils forment un tissu de petits faisceaux en réseau, dont les mailles sont plus longues que larges : ce sont les muscles des végétaux.

Les *Vaisseaux propres* sont des tubes longitudinaux, collés contre les fibres séveuses ou lymphatiques, & remplis d'un suc particulier à la plante ; tel que le lait dans le figier, la résine dans les pins, la manne dans certains frênes d'Italie, une huile ou un miel dans certaines fleurs. Le suc propre est comme le sang de la plante : il caractérise ses fruits. La sève en est comme la lymphe : elle diffère fort peu de l'eau pure dans certaines plantes, par exemple, dans la vigne qui pleure.

Le *Tissu cellulaire* est un assemblage de vésicules, jointes bout à bout & côte à côte sans communication sensible, & placées entre les mailles des fibres sèveuses.

LA GREFFE DES ARBRES.

§44. DESCRIPTION. La Greffe, en général, est l'union d'une portion de plante à une autre, avec laquelle elle fait un corps & continue de vivre. La portion qui s'unit, se nomme *Greffe* : la portion sur laquelle elle s'unit, s'appelle *Sujet*.

On greffe de plusieurs manières ; en fente, en couronne, en flûte, en écusson, en approche. Toutes ces opérations reviennent pour le fond à la même chose : savoir, à transporter les sucs du sujet à la greffe, & à modifier ses sucs dans les moules de la greffe. Un *Sauvageon* ne donne que des fruits aigres & petits : greffé d'une tige de beurré, il produira des beurrés d'une grande beauté & d'un goût délicieux. Au contraire, une greffe de sauvageon, implantée sur l'arbre le plus franc & aux fruits les plus exquis, ne porte plus que des fruits aigres & sauvages. C'est par le moyen de la greffe, que l'Art perfectionne sans cesse la Nature, dans les plantes qui, par l'excellence de leurs fruits & de leurs fleurs, méritent le plus l'attention des hommes. Sur quoi, voici quelques observations générales & fondamentales.

I°. Tous les Sujets venus de pepins ou de noyaux, quelque excellent que soit le fruit dont ils proviennent, sont sauvages. Ils ont besoin de la greffe : pour détruire la saveur âcre qui caractérise leurs fruits. La greffe reçoit les sucs convenables à sa nature, & rejette ceux qui lui sont trop étrangers.

II°. Le Sauvageon que l'on veut greffer, doit être d'une nature un peu analogue avec la greffe qu'il doit recevoir. C'est pour cette raison que les greffes de pepin sur noyau, ou de noyau sur pepin, ne réussissent pas : que les arbres dont la sève se met en mouvement en des tems différens, dont la fleuraison & dont la maturité des fruits, sont trop éloignées, ne réussissent pas mieux : enfin que les arbres dont la nature est trop disparate, soit pour la qualité des sucs propres, soit pour la dureté spécifique du bois, soit pour la structure trop hétérogène des écorces, greffés l'un sur l'autre, frustrent inmanquablement l'attente du Cultivateur.

III°. Pour que la greffe ait lieu, il n'est pas nécessaire que le sujet soit sauvage. Une greffe conserve & perfectionne le goût de son fruit, en végétant sur un arbre cultivé.

Le Sujet ne dénature point l'espece de la greffe. Une greffe de beurré, par exemple, entée sur un sujet analogue quelconque, ne donne jamais que des beurrés : mais un *Sujet franc* donne plus de finesse & de saveur aux fruits de la greffe, qu'un *Sujet sauvage* de même espece.

IV°. On avoit cru sur la foi de certains Ouvrages d'agriculture, qu'on pourroit parvenir à produire des fruits extraordinaires & singuliers : en greffant certains arbres fruitiers sur d'autres arbres non analogues ; par exemple, le poirier sur prunier ou sur chêne, le pêcher sur noyer ou sur saule, le mûrier sur coignassier ou sur figuier, & ainsi du reste. Mais l'expérience a fait évanouir ces espérances chimériques.

EXPLICATION. Toute Greffe est une petite plante, parfaitement semblable pour l'organisation, à l'arbre dont elle a été détachée : elle doit donc conserver sur le sujet où elle est implantée, sa nature primitive.

I°. Le *Sujet*, d'une nature assez analogue à celle de la greffe, va puiser au sein de la terre, par ses racines chevelues, la même seve & les mêmes sucs nourriciers qu'il y puisoit avant d'être greffé. Cette seve & ces sucs, tendant à circuler dans la plante qui les attire, & à se porter plus avant que le point où est fixée la greffe, font effort pour s'ouvrir un passage à travers les vaisseaux lymphatiques & à travers les vaisseaux propres de la greffe.

Dans ce torrent de seve & de suc qui se présente à l'orifice des pores & des vaisseaux de la Greffe, il n'y a que la partie analogue à la seve & aux sucs de cette greffe, qui puisse s'insinuer dans son sein, se filtrer à travers ses vaisseaux, y circuler & s'y transformer en sa nature. La partie hétérogène de la seve & des sucs du sujet, franc ou sauvage, est arrêtée & rejetée : soit faute de passages propres à l'admettre, soit faute d'affinité propre à l'attirer. (542).

II°. La Greffe & le Sujet, pour réussir ensemble, doivent avoir un rapport de nature, de fleuraison, de maturité de fruits : la raison en est facile à saisir.

Quand le sujet & la greffe sont de *nature trop disparate* : le sujet ne fournit à la greffe, que des sucs qui ne conviennent nullement à sa nature, & qui ne sont point propres à se transformer en sa substance. C'est, pour ainsi dire, comme si on vouloit nourrir un pigeon ou un poulet, du foin qui nourrit un cheval, ou des cadavres dont se festinent les animaux carnaciers.

Quand la *Seve de la greffe*, commence à se mettre en mouvement avant celle du sujet : la greffe dissipe sa substance par la transpiration, sans la réparer par la nutrition,

Quand la *Fleuraison* de la greffe & du sujet sont fort éloignées l'une de l'autre : les suc destinés à produire les fleurs & ensuite les fruits, manquent à la greffe, au tems précis où elle en a besoin : sa fertilité est donc nécessairement anéantie.

Quand la *Maturité des fruits* de la greffe, est notablement plus tardive que celle des fruits du sujet : le sujet cesse de voiturier & d'élaborer des suc nourriciers, dans le tems où il cesseroit naturellement d'en avoir besoin pour ses fruits propres : les fruits de la greffe périront donc, faute de nourriture.

III°. Mais quand le Sujet & la Greffe sont assez analogues dans leur nature, dans leur fleuraison, dans la maturité de leurs fruits : on a la surprise & le plaisir de voir naître & mûrir sur les principales branches d'un même sujet, transformées par la greffe en tout autant d'arbres différens, plusieurs *Especies différentes* de fleurs & de fruits, qui feront alternativement les délices de l'œil, de l'odorat, & du goût.

## ARTICLE TROISIEME.

### IDÉE GÉNÉRALE DU REGNE MINÉRAL.

545. DESCRIPTION. **L**E *Minéral* est un corps fossile, qui prend naissance dans les entrailles de la terre, qui n'a rien de commun avec l'organisation des animaux & des végétaux, qui se forme par coagulation & par *Juxta-position*, sans aucune végétation intrinsèque. Tels sont les métaux, les pierres, le soufre certaines huiles & certains bitumes, qui se forment dans le sein de la terre. En général,

I°. On nomme *Minéraux*, toutes les substances solides ou liquides, qui naissent & se forment sans végétation, dans les gouffres des volcans, dans l'intérieur des différentes mines, dans les entrailles quelconques de la terre.

II°. On nomme *Fossiles*, les substances minérales qu'on extrait du sein des mines, du sein de la terre : *quæcumque nascuntur in fodinis, & ex fodinis extrahuntur.*

Il y a des *Fossiles* propres à la terre (*Fossilia nativa*) : ce sont ceux qui prennent naissance dans le sein de la terre, par *juxta-position* & sans végétation ; tels que les métaux, les pierres, les sels, les soufres, les bitumes.

Il y a aussi des *Fossiles* étrangers à la terre (*Fossilia heteromorpha*) : ce sont des corps qui ont primitivement appartenu au regne animal ou végétal, & qui ont été engloutis dans le sein de la terre : où les uns ont conservé leur nature

primitive ; & où les autres se font ou pétrifiés ou minéralisés ou autrement altérés.

III°. Les substances métalliques pures, s'appellent simplement *Métaux*. Les substances métalliques alliées avec des matières hétérogènes, qui sont le plus souvent le soufre & l'arsenic, se nomment *Métaux minéralisés*. Les matières hétérogènes, qui sont combinées avec les substances métalliques, se nomment *Minéralisateurs*. Les substances dans lesquelles naissent & se forment les Minéraux, s'appellent *Matrices* de ces minéraux.

#### LES MINES MÉTALLIQUES.

546. OBSERVATION. On trouve en différens endroits dans les entrailles de la terre, des *Mines métalliques*, de toute espèce ; ou des Composés naturels, qui contiennent les métaux parfaits, les métaux imparfaits, & les demi-métaux (128), alliés avec différentes substances hétérogènes.

I°. Ces Mélanges, que produit la Nature dans ses ateliers souterrains, n'ont point les propriétés métalliques, dans l'intérieur de la terre. Pour leur donner ces propriétés métalliques, il faut les dégager des Minéralisateurs, avec lesquels ils sont alliés ou combinés dans la mine qui leur sert de matrice ; & qui serpente communément dans la terre en *Filons* & en rameaux de différente grandeur & de différente figure. Les *Filons* sont d'autant plus riches dans leur espèce : qu'ils contiennent plus de substance métallique & moins de substance minéralisante.

II°. Quand quelquefois on trouve des métaux purs dans leur espèce, des métaux pourvus de leurs propriétés métalliques, des métaux non-minéralisés ou non-combinés avec des substances étrangères : ces métaux se nomment *Métaux natus* ; par exemple, or natif, argent natif, cuivre natif. On en trouve fort peu de cette nature.

#### LES MINES DE PIERRE.

547. OBSERVATION. La surface & l'intérieur de la terre, sont communément un mélange ou un assemblage de substance terreuse & pierreuse.

I°. Les *Substances terreuses* s'amollissent, se gonflent, se divisent, deviennent friables, dans l'eau. Elles sont miscibles à l'eau, sans y être solubles.

II°. Les *Substances pierreuses* ont leurs parties plus liées & plus adhérentes entre elles : elles sont durcies & combinées de telle sorte, qu'elles peuvent être plongées dans l'eau, sans s'y amollir, sans s'y diviser, sans y devenir ni



riables, ni miscibles, ni solubles. Telle est l'idée générale qu'on peut se former des *Pierres*, pour les distinguer de la simple terre qui fait leur principal constitutif.

Parmi les *Pierres*, il y en a de fort tendres, comme le talc; de fort poreuses, comme la ponce; de très-dures, comme l'agate & le diamant. Les plus belles *Pierres précieuses* ont une dureté si grande, qu'elles résistent à l'acier le mieux trempé & le mieux acéré; & qu'on ne peut les travailler qu'avec la poussière de diamant: poussière qu'on obtient primitivement en frottant un diamant brute contre un autre.

Parmi les *Pierres*, les unes sont opaques & communes: les autres sont transparentes & précieuses. Celles-là sont d'un grain plus grossier & plus hétérogène: celles-ci sont d'un grain plus fin, quelquefois homogène, quelquefois hétérogène. Nous avons parlé ailleurs du diamant & du *crystal naturel*. (131).

En général, les *Pierres* ne diffèrent des terres, que par la dureté & la liaison de leurs parties: on peut donc distinguer autant d'espèces différentes de pierres, qu'il y a d'espèces de terre dont le grain & la qualité sont différents. Nous avons expliqué ailleurs le mécanisme de leur formation. (134).

548. DIVISION. On peut diviser les *Pierres* en cinq *Classes principales*, qui expriment tout autant de natures ou de propriétés différentes; & qui sont susceptibles chacune d'un grand nombre de subdivisions plus caractéristiques.

I°. Il y a des *Pierres argilleuses*, qui ne sont point attaquées par les acides, qui se durcissent au feu ordinaire. On met dans cette classe, une foule d'espèces de pierres: qui ont toutes assez de ressemblance, soit pour le grain, soit pour la qualité, avec les vaisseaux & les creusets de Poterie, faits d'argille ou de terre-glaife.

II°. Il y a des *Pierres calcaires*, qui se dissolvent dans les acides, & qui se réduisent en chaux dans le feu. On met dans cette classe, la pierre à chaux commune, le marbre, le spath calcaire, les stalactites, l'albâtre calcaire.

Quelques Naturalistes donnent pour origine à toute cette classe de pierres, des amas de coquillages pétrifiés. Il seroit peut-être bien plus naturel de dire que les coquillages sont eux-mêmes formés d'une substance semblable à celle qui forme ces pierres calcaires, au sein de la terre.

III°. Il y a des *Pierres gypseuses*, qui ne se dissolvent point dans les acides, & que l'action du feu convertit en plâtre, matière bien différente de la chaux commune. Telle est une

certaine matiere pierreuse , qui paroît n'être autre chose qu'une terre endurcie , ou que le résultat d'une pierre calcaire, dissoute par l'acide vitriolique , & ensuite endurcie & crySTALLISÉE.

Cette matiere est très-abondante en beaucoup d'endroits , où elle forme des chaînes de montagnes , ou des collines assez étendues : comme dans le voisinage de Paris , par exemple , auprès de Montmartre.

IV°. Il y a des *Pierres ignescentes* , qui ne se dissolvent point dans les acides , & qui éclatent en étincelles , quand on les frappe avec l'acier trempé. On met dans cette classe , le caillou , l'agate , le jaspe , le diamant , le crystal de roche. Elle a pour principe , ou pour constitutif , un sable plus ou moins fin , plus ou moins pur , plus ou moins librement crySTALLISÉ. (133).

Cette classe renferme la principale partie des *Pierres vitri-fiables* : ainsi nommées , parce qu'elles sont composées de la terre la plus pure , la plus élémentaire , que les Chymistes ont nommée *Terre vitrifiable*. C'est la plus apyre , la plus réfractaire , la plus infusible de toutes les especes de terre.

V°. Il y a des *Pierres fusibles* , qui se fondent par elles-mêmes & sans le secours d'un dissolvant , au degré de feu auquel les précédentes ont résisté : elles sont très-pesantes , & ne font point feu avec le briquet.

Tel est le Spath séléniteux , qui ne se dissout point aux acides , mais qui entre en fusion , & ensuite se vitrifie , à un feu violent. Telles sont encore quelques autres especes de pierres , que ne méconnoissent point ceux qui s'occupent de virification (135) : lesquelles se fondent & se transforment en un verre presque transparent , sans aucune addition & sans aucun fondant. Ces *Pierres vitrescibles* doivent sans doute leur fusibilité naturelle , à quelque matiere hétérogene qui leur est unie , & qui fait dans elles la fonction de fondant.

549. REMARQUE. L'*Art de la Poterie* , est une imitation imparfaite de la Nature , dans le grand ouvrage de la pétrification.

Ce sont les Argilles ou les Terres-glaïses , qui en fournissent la matiere : par la propriété qu'ont ces sortes de terres , de se laisser païrre & figurer ; & d'acquérir ensuite beaucoup de solidité & de dureté , par l'action du feu qui leur enleve leur humidité , & qui donne un contact très-intime à leurs parties.

Mais comme il y a de grandes différences , soit pour la finesse du grain , soit pour l'affinité & la viscosité des parties entre les argilles : de-là la différence qu'on observe entre les

Vases de terre, de faïence, de porcelaine; qui ne sont tous qu'une argille d'un grain plus ou moins fin, plus ou moins liant, cuite & durcie. La *Porcelaine* paroît être une argille cuite jusqu'au point d'une demi-vitrification.

LA PIERRE D'AIMANT : LA BOUSSOLE.

550. OBSERVATION. La plus singulière, la plus utile, la plus incompréhensible de toutes les pierres, c'est l'*Aimant*: qui, comme un génie tutélaire, guide les Navigateurs au sein des mers, & les éclaire sur la route qu'ils doivent tenir; quand toutes les autres lumières les abandonnent.

L'*Aimant* est une pierre ferrugineuse, que l'on trouve dans les mines de fer, dans presque toutes les parties du monde: tantôt couleur de fer brute, comme dans les Indes, à la Chine, & dans tous les pays du nord; tantôt noirâtre, comme en Macédoine; grisâtre, comme en Lorraine; rougeâtre, comme en Devonshire en Angleterre. Il y a cinq *Propriétés principales*, à remarquer dans l'*Aimant*.

I°. L'*Aimant* attire & s'attache un autre aimant, attire & s'attache un morceau de fer: c'est son *Attraction*; vertu mécanique, indépendante de l'*Attraction* générale & spéciale.

Cette Vertu attractive paroît occasionnée par un torrent de corpuscules qui se précipite réciproquement de l'*aimant* dans le fer, d'un aimant dans un autre aimant. Mais on ignore totalement la cause & le mécanisme de ce phénomène; & tous les systèmes qu'on a imaginés jusqu'à présent pour en rendre raison, sont si frivoles & si peu satisfaisans, qu'ils ne méritent aucune attention.

II°. L'*Aimant* communique & transmet son attraction au fer qu'il touche, sans rien perdre de cette propriété attractive: c'est sa *Communication*; propriété physique, aussi réelle & aussi inexplicable que la précédente.

Un morceau de fer aimanté peut être considéré comme un véritable aimant, & s'appliquer aux mêmes expériences. Ces deux propriétés de l'*Aimant* étoient connues de l'Antiquité.

III°. L'*Aimant* est comme un petit monde, qui a ses poles & son équateur à part: ses deux poles se dirigent, l'un vers le nord uniquement, l'autre uniquement vers le midi: c'est sa *Direction*.

L'*Aimant* communique cette propriété à une aiguille d'acier aimantée; laquelle, suspendue & mise en équilibre sur un pivot, dirige déterminément une de ses pointes vers le nord, & l'autre vers le midi: c'est la *Boussole*, qui a ouvert le vaste sein des mers aux Navigateurs, aux Commer-

çans, aux Conquérans. Cette propriété de l'Aimant n'est connue en Europe, que depuis le treizieme ou quatorzieme siecle.

IV°. Les Poles de l'Aimant, soit dans une même contrée, soit dans des contrées différentes, ne se dirigent pas constamment vers les mêmes points du nord & du midi. Un Aimant suspendu en liberté, ainsi qu'une Aiguille de fer aimantée, dirige toujours son pole septentrional vers le nord, & son pole méridional vers le midi. Mais cette ligne de direction, décline tantôt vers l'orient, tantôt vers l'occident, tantôt sous un plus grand angle, tantôt sous un angle plus petit : *c'est sa Déclinaison.*

Quoique cette Déclinaison soit variable d'un lieu à un autre, quelquefois d'un jour à l'autre en un même lieu : on a remarqué qu'en général la Déclinaison a été orientale dans presque tous les pays du monde, depuis 1550 jusqu'à 1664 : qu'en 1666 l'aiguille aimantée étoit dirigée précisément vers les deux Poles : que depuis lors *la Déclinaison est devenue occidentale.*

Cette Déclinaison occidentale étoit, à Paris, de 18 degrés 30 minutes, en 1763 : de 19 degrés 45 minutes, en 1771 : de 19 degrés 50 ou 55 minutes, en 1774. Elle paroïssoit donc, depuis 1666 jusqu'en 1774, dans une durée de 108 ans, augmenter progressivement d'un degré & environ six minutes, en six années. Mais, depuis 1774 jusqu'à présent, cette augmentation progressive de Déclinaison occidentale, a cessé ; & elle n'est plus que d'environ 19 degrés 40 minutes à Paris : ce qui annonçeroit qu'elle va devenir rétrograde ; si d'autres observations faites à Brest & en quelques autres endroits, ne faisoient pas soupçonner qu'elle continue à être à peu près comme auparavant.

Outre la variation générale & durable dont nous venons de parler, & que l'on peut regarder comme fixe par-tout dans un même tems : l'Aiguille aimantée est encore sujette à une *Variation diurne*, qui la fait avancer d'un certain nombre de minutes vers le couchant, pendant la matinée ; & qui la fait ensuite rétrograder vers le levant, d'un nombre à peu près égal de minutes, pendant la soirée.

V°. Les poles de l'Aimant, en se dirigeant vers le nord & vers le midi, ne se dirigent pas constamment & par-tout à la hauteur des poles célestes. Sous l'équateur, l'aiguille aimantée a sa direction à peu près dans le plan de l'horison, qui atreint les deux poles du ciel : mais à mesure qu'on avance vers l'un ou vers l'autre pole, l'Aiguille aimantée s'abaisse de plus en plus au-dessous du pole dont on s'approche, & s'éleve de même au-dessus du pole dont on

s'éloigne, affectant de se tenir toujours à peu près dans le plan de l'horizon : c'est son Inclinaison.

551. REMARQUE. Les Causes physiques de ces cinq propriétés de l'Aimant, sont encore & demeureront peut-être éternellement cachées sous le voile de la Nature.

I°. Quelques Physiciens ont voulu assigner pour cause aux phénomènes de l'Aimant, l'action ou l'impulsion d'un Torrent de matière magnétique, qui circule autour du globe terrestre, dans la direction des méridiens, d'un pôle à l'autre, avec une déclinaison variable.

II°. Mais ce *Torrent magnétique*, dont l'existence n'est rien moins que certaine & démontrée, ne satisfait aucunement aux phénomènes qui l'ont fait imaginer & supposer. Car sans adopter & sans combattre l'existence de ce Torrent ou de ce Tourbillon magnétique, examinons en l'action & l'influence : nous trouverons que la même obscurité reste attachée au Mécanisme physique de l'Aimant.

Pourquoi, par exemple, & par quels principes physiques, ce torrent magnétique a-t-il sa direction du nord au midi, plutôt que d'orient en occident ? Pourquoi ce torrent magnétique enfile-t-il un pôle de l'Aimant, plutôt que l'autre, dans toutes les positions obliques & perpendiculaires qu'on donne à l'aimant, relativement à sa direction ? Pourquoi ce torrent magnétique ne produit-il pas dans l'or, dans le cuivre, dans le marbre, dans le bois, les mêmes phénomènes qu'il opère dans l'aimant & dans le Fer aimanté ? Comment, & par quel prodige, les vents & les orages n'alterent-ils pas la direction & l'action de ces courans magnétiques ?

C'est ce dont il est impossible de rendre aucune raison physique, à laquelle l'esprit philosophique puisse applaudir.

#### FORMATION DES MINÉRAUX.

552. OBSERVATION. Quelques Physiciens se sont donné la peine d'enfanter de vains systèmes, pour former mécaniquement le globe terrestre, tel qu'il se montre dans sa surface & dans son intérieur aux yeux des Naturalistes.

C'est, ce me semble, abuser de la Physique, laquelle ne doit pas plus chercher de mécanisme, dans la formation primitive du Globe terrestre, que dans la formation primitive de l'air, de l'eau, de la lumière, des globes célestes : tout cela est nécessairement l'ouvrage d'un Être incréé & créateur. En sortant du néant, en commençant à exister, le *Globe terrestre* eut sans doute, des terres, des métaux, des pierres, des plantes, des animaux, toutes les mêmes espèces

especes de substances animales, minérales, végétales, qu'il possède aujourd'hui. Il ne s'agit donc plus que d'examiner quelles révolutions ont dû faire subir les Loix physiques, à ces différentes especes de substances.

Dans le Regne animal & dans le Regne végétal, la Nature forme sans cesse de nouveaux individus : dans le Regne minéral suit-elle la même marche ? Par exemple, les éléments qui composent les substances animales & végétales, vont se transformer en de nouvelles substances animales & végétales, après la destruction des individus : en est-il de même à l'égard des substances minérales ? Toutes les molécules d'or, d'argent, de cuivre, de fer, de plomb, d'arsenic, de marbre, de diamant, de caillou, aujourd'hui existantes dans la Nature, y ont-elles existé avec leur nature actuelle, dispersées ou réunies, depuis le commencement des tems ? Ou bien, la Nature convertit-elle de jour en jour, dans ses Laboratoires souterrains, des substances quelconques en molécules d'or, d'argent, de cuivre, de fer, de plomb, de diamant, & ainsi du reste ?

Problème curieux, mais difficile à résoudre ! Au défaut de l'Expérience, qui seule pourroit décider : osons nous permettre quelques réflexions & quelques conjectures, qui pourront peut-être intéresser.

#### PROPOSITION I.

553. *Les Minéraux que la Chymie regarde comme indestructibles & inaltérables, l'Or, l'Argent, la Platine, semblent ne se former que par une simple juxtaposition de leurs parties intégres, primitivement existantes, voiturées & entassées en nature par les fluides : sans qu'il se forme de nouvelles parties intégres de ces Minéraux.*

EXPLICATION. 1°. Les feux & les dissolvans souterrains ne paroissent pas plus puissans & plus actifs en grand, que les feux & les dissolvans chymiques en petit : puisque la Chymie décompose & recompose les différens corps qui ont été dissous par les feux & par les dissolvans souterrains, & que souvent elle pousse encore plus loin les compositions & les décompositions des substances qui ont éprouvé les feux les plus violens dans les entrailles du Vésuve, de l'Etna, des autres Volcans : feux supérieurs en activité aux feux communs de tous nos fourneaux chymiques ; mais inférieurs au feu concentré des Miroirs ardents, & au feu de quelques fourneaux chymiques, aidé par l'action de certains dissolvans.

Or les feux & les dissolvans chymiques n'ont jamais pu

Ff

parvenir à composer ou à décomposer les Minéraux que la Chymie regarde comme indestructibles & inaltérables. Donc il est vraisemblable que ces minéraux ne souffrent aucune composition ou décomposition de parties intégrantes, dans les entrailles de la terre. Donc il est vraisemblable que toutes les parties de ces minéraux, qui existent aujourd'hui, ont existé dès le commencement des tems.

II°. L'action des feux & des dissolvans souterrains met en fusion, divise, atténué, disperse, mélange différemment les Minéraux indestructibles & inaltérables; sans dénaturer leurs parties intégrantes. Donc ces Minéraux peuvent & doivent être sans cesse corrodés, divisés, atténués, voiturés, & mêlés en mille & mille manières, par les Agens souterrains: sans que leurs parties intégrantes perdent ou alterent leur nature primitive.

Les molécules de ces Minéraux indestructibles & inaltérables, exposées à l'action des feux qui les mettent en fusion, des acides qui les dissolvent, des liquides & des fluides qui les voiturent purs ou mêlés, changent de place & de combinaison, s'assemblent ou se dispersent, s'unissent ou se divisent; sans changer intrinsèquement de nature: comme l'Or, qui après avoir passé par toutes les épreuves des feux & des dissolvans chimiques, après avoir été combiné & mêlé avec toutes les substances connues, reste toujours or en nature. De-là, de cette action permanente des feux & des dissolvans souterrains, la diminution ou la cessation de ces substances minérales en certains endroits, & leur formation, leur accroissement en d'autres: sans qu'il se forme de nouvelles parties intégrantes de ces minéraux, & sans que leurs parties intégrantes primitives périssent ou se dénaturent.

L'Or, par exemple, qu'on extrait du sein de la terre, y étoit au commencement des tems, pur, ou mêlé avec d'autres substances; & l'Or qui se détruit par le frottement, dans les meubles de différente espèce, rentre en molécules insensibles dans le sein de la terre, où chaque molécule reste persévérément ce qu'elle fut au commencement des tems, molécule d'or.

#### PROPOSITION II.

554. Il est vraisemblable que parmi les Minéraux destructibles & altérables, tels que les métaux imparfaits, les demi-métaux, les pierres de toute espèce, les divers fossiles bitumineux & inflammables; il se forme dans la Nature, de nouvelles Combinaisons, qui détruisent & renouvellent sans cesse une partie de

*des substances minérales dans leurs parties intégrantes & constituantes.*

EXPLICATION. Les feux & les dissolvans chymiques ôtent & rendent à volonté aux métaux imparfaits & aux demi-métaux, leurs propriétés métalliques; les convertissent en chaux, en verre, en terre, en leur enlevant leur phlogistique ou leur partie inflammable; les rendent ensuite à leur nature primitive, en leur transportant des principes semblables à ceux qui leur avoient été enlevés.

Donc les feux & les dissolvans souterrains, qui égalent & surpassent souvent en activité ceux qu'emploie communément la Chymie pour opérer ces phénomènes, peuvent évidemment produire les mêmes effets; dissoudre le marbre & le caillou, & le *terrifier*; durcir l'argille, & la *pétrifier*; fondre le sable, & le *vitriquer*; enlever leur phlogistique à une foule de substances minérales, & les *calciner*; transporter ce phlogistique à des terres & à des chaux minérales, & les *minéraliser*: phénomènes qu'il est facile d'observer dans les Laves, c'est-à-dire, dans les matières dissoutes & fondues de toute espèce, que vomissent journellement de leur sein les Volcans embrasés.

Donc il est vraisemblable que parmi les Minéraux destructibles & altérables, il se forme sans cesse de *nouvelles Combinaisons*, ou de nouvelles parties intégrantes de toute espèce; par exemple, de plomb, de fer, d'arsenic, de marbre, de diamant, de bitume, de sel; & ainsi du reste.

#### CONGÉLATIONS ET PÉTRIFICATIONS.

555. OBSERVATION I. On trouve dans l'intérieur de la terre, à une plus ou moins grande profondeur, une foule de *Grottes de toute grandeur*, où la Nature étale plus de richesse & d'éclat, que l'art n'en peut réunir dans les palais des plus grands Potentats.

Des murs, des colonnes, des corps de toute figure, formés ou revêtus d'une substance solide & brillante, infiniment variée & dans son grain & dans sa couleur & dans ses ramifications, semblent y étaler tout ce qu'ont de plus riche & de plus flatteur, l'or, le marbre, l'émail, l'azur, assortis dans un désordre symétrique, qui étonne également & le Peuple qui regarde, & le Naturaliste qui observe. C'est ce qu'on nomme en général *Congélations*.

556. EXPLICATION. Ces Congélations, en forme de marbre, de crystal, de pierres dorées, azurées, transparentes, dont sont revêtues ou ornées certaines Grottes souterraines,



telles que celles d'Auxelle en Franche-Comté, & de Saint-Michel ou de Rolland auprès de Marseille, sont des *Concrétions naturelles*, composées de substances terreuses, pierreuses, quelquefois minérales, dont l'eau se charge en s'infiltrant au travers des terres & des pierres poreuses, & qui se durcissent & se cristallisent plus ou moins régulièrement par l'évaporation de l'eau. (133).

I°. L'Eau stagnante ou coulante a une très-grande affinité avec presque tous les corps de la Nature (96 & 108). Elle peut les dissoudre, ou par elle-même, ou par le moyen de quelque intermède; & après les avoir dissous, elle les charrie selon sa pente naturelle, en s'infiltrant au travers des terres & des rochers.

L'Eau de pluie ou de fontaine, suinte & coule goutte à goutte en différens points d'une grotte souterraine, chargée d'une quantité de particules terreuses, pierreuses, salines, sulfureuses, métalliques, qu'elle a détachées du sein des substances par où elle a passé, & qu'elle tient en dissolution.

II°. L'Eau en gouttes, qui suinte dans les grottes souterraines, est le véhicule d'une foule de substances hétérogènes: mais elle s'en dégage par l'évaporation. A mesure que ces gouttes d'eau s'évaporent: les Particules terreuses, pierreuses, sulfureuses, métalliques, qu'elle tient en dissolution, & qui ne sont point évaporables comme elle, s'unissent, se cristallisent, se durcissent, selon les loix communes de toutes les Cristallisations. (134).

De-là, des Concrétions de toute espèce & de toute figure, en Culs de lampes coniques ou pyramidaux, en Colonnes de toute forme & de toute grandeur, en Loupes protubérancées, globuleuses comme des truffes, ou mamelonnées comme des choux-fleurs.

III°. Ces Congélations prennent différens noms. On nomme communément *Stalactites*, les concrétions ou cristallisations rameuses, en forme de quilles ou de culs-de-lampes: elles sont au haut des voûtes. On nomme *Stalagmites*, les concrétions protubérancées: elles sont ordinairement sur le sol ou plancher souterrain des voûtes. Quand l'assemblage des particules terreuses & pierreuses vient à former une couche dure & solide sur une substance animale ou végétale, sans pénétrer dans l'intérieur de cette substance: c'est une *Incrustation*.

Les Stalactites, les Stalagmites, les Incrustations, ont une même cause; savoir, les sucs pierreux, terreux, métalliques, sulfureux, qui étoient en dissolution dans les gouttes d'eau, & que laisse cristalliser l'évaporation de cette eau.

Toutes ces sortes de Congélations varient dans leur na-

ture & dans leur couleur : selon la diversité des sables & des suc infiniment fins , que les gouttes d'eau tiennent en dissolution & charient. Elles varient dans leur figure : selon la diversité des orifices qui donnent passage à l'eau , selon les routes qu'elle prend pour s'étendre & s'évaporer. Les Stalactites sont plus unies : parce qu'elles sont formées par une eau livrée à sa pente naturelle. Les Stalagmites sont plus mamelonnées : parce qu'elles doivent leur origine à des gouttes d'eau qui tombant du haut des voûtes , se réfléchissent & s'éparpillent en petits globules. Elles varient enfin dans leur grandeur : selon la quantité plus ou moins abondante de sables & de suc que charie l'eau infiltrée ; selon la facilité plus ou moins grande des évaporations & des crystallisations. Quelquefois les cavités souterraines viennent jusqu'à s'emplier en tout ou en partie, de Congélations.

IV°. Quand des suc pierreux plus grossiers & non-dissous dans l'eau , sont chariés sur des substances végétales , par exemple , sur les plantes branchues qui naissent ou pourrissent dans un marais ; il se forme autour de ces plantes une espèce de crystallisation opaque, poreuse, pleine de trous irréguliers : c'est le *Tuf*, concrétion de la nature des stalactites, & qui n'est elle-même qu'une stalactite d'une espèce plus grossière.

C'est ainsi qu'on voit le *Tuf* se former journellement en une infinité d'endroits. Il y en a d'argilleux, de sablonneux, de marneux, de minéral : selon la nature des substances qui concourent à sa formation , par voie de juxtaposition & de crystallisation.

V°. Le même mécanisme qui forme les Congélations , produit aussi des cailloux, des marbres, des pierres de toute espèce.

Les *Sucs lapidifiques*, ou pierreux, voiturés par l'eau & crystallisés selon l'exigeance de leurs affinités, s'unissent par couches, se durcissent, augmentent en masse & volume, forment de nouvelles pierres, de nouvelles carrières, qui n'existoient pas auparavant.

Et souvent ces Suc pierreux doivent eux-mêmes leur nature pierreuse, aux *Transformations* qu'ils ont essuyées dans le sein de la terre, par l'action des feux & des dissolvans souterrains.

557. OBSERVATION II. On trouve assez fréquemment dans les entrailles de la terre, à différentes profondeurs, quelquefois au sein même des montagnes de pierre & de marbre, des Coquillages, des Végétaux, des Ossemens d'animaux, intimement pétrifiés, ou convertis en la nature des

pierres, en conservant leur forme primitive : c'est ce qu'on nomme *Pétrifications*.

Les *Pétrifications* diffèrent totalement des *Incrustations*. Celles-ci se bornent à envelopper la substance animale ou végétale, d'une couche pierreuse : celles-là pénètrent la substance animale ou végétale dans toutes ses parties, la dénaturent, la convertissent en véritable substance pierreuse. Parmi les Animaux & les Végétaux qui ont été engloutis & ensevelis dans des Sucs pierreux :

1°. Les uns n'ont laissé qu'une *image d'eux-mêmes*. Couverts de toutes parts d'une argille molle, ils s'y sont corrompus & dissous : tandis que l'argille qui les enveloppoit, s'est durcie & pétrifiée, en formant une cavité qui représente distinctement l'animal ou le végétal qui y étoit contenu ; & dont on trouve l'analogie ou le semblable dans la nature : c'est ce qu'on nomme *Empreintes*.

Ces *Empreintes* présentent aux yeux des Naturalistes, au sein des carrières de toute espèce, des hommes, des oiseaux, des poissons, des amphibies, des quadrupèdes terrestres, mille & mille différens végétaux.

II°. Les autres se sont réellement *pétrifiés*, ou convertis en pierre : tels que certains coquillages, plusieurs végétaux, & quelques ossemens d'animaux.

Il n'est pas difficile de rendre raison de ce dernier phénomène. Dans un Végétal & dans les parties dures & solides d'un Animal, il y a des pores, à travers lesquels se font insinuer & durcir les sucs pierreux, à mesure que les sucs animaux ou végétaux s'échappoient par la même voie. Ce Corps animal ou végétal, après la perte ou la dissipation de tous ses sucs, n'aura plus été qu'un squelette décharné, réduit d'abord aux filamens les plus résistans & les plus indestructibles de son canevas primitif ; réduit ensuite à perdre même ces filamens primitifs, qui à la longue se seront aussi détruits & corrompus.

De sorte que le Corps animal ou végétal pétrifié n'aura plus rien de son être primitif, que la figure & l'image : avec cette différence, que ce qui étoit *pores* dans le premier état, sera devenu *parties solides* dans le second, & réciproquement ; & que ce Corps aura beaucoup plus de pesanteur dans son état de pétrification, que dans son état naturel, parce qu'il y a beaucoup plus de vuide que de plein, dans les Substances animales & végétales.

558. REMARQUE I. Tous les Corps ensevelis dans la terre, ne se pétrifient pas : parce que, pour qu'un corps se pétrifie, il faut, comme le remarque un judicieux Natura-

liste, M. Bertrand : en premier lieu, qu'il soit de nature à se conserver long-tems sous terre, sans se corrompre : en second lieu, qu'il soit à couvert de l'air & de l'eau courante : en troisieme lieu, qu'il soit garanti d'exhalaisons corrosives & de dissolvans destructeurs : en quatrieme lieu, qu'il soit placé dans un lieu où se rencontrent des vapeurs ou des liquides chargés, soit de parties métalliques, soit de molécules pierreuses comme dissoutes, & qui, sans détruire le corps, le pénètrent, l'impregnent, & s'unissent, à mesure que les parties du corps se dissipent par l'évaporation : circonstances qui ne se rencontrent toutes ensemble que très-rarement dans la nature.

Les Empreintes different des Pétrifications : en ce que l'empreinte est un vuide, & que la pétrification est un solide.

559. REMARQUE II. Les fameuses *Momies* d'Egypte, n'ont rien de commun avec les Pétrifications : ce sont des Cadavres desséchés, dont l'art des Embaumeurs, garantissoit les chairs & les os, de la corruption ; sans les dénaturer.

On en voit d'assez semblables à Toulouse, dans certains caveaux dont les vapeurs & les exhalaisons sont naturellement & sans art, à peu près le même effet que produisoit la dessiccation par les sels alkalis ou par quelque autre moyen semblable chez les Egyptiens. On a des *Momies* d'Egypte parfaitement conservées, depuis plus de deux mille ans : on ne fait quelle antiquité peuvent avoir celles qu'on voit à Toulouse.

#### PUTRÉFACTION, COMBUSTION, CALCINATION.

560. DÉFINITION I. La *Fermentation* est un mouvement intestin, qui s'excite de lui-même, à l'aide d'un degré de chaleur & de fluidité convenables, entre les parties intégrantes & constituantes de certains corps très-composés ; & d'où résultent de nouvelles combinaisons des principes de ces mêmes corps. La putréfaction est le dernier degré de la fermentation.

P. La *Putréfaction* dénature entièrement toutes les substances qui la subissent : de quelque espece que soient les principes qui les constituent. Leurs fluides perdent leur caractère distinctif, en se métamorphosant tous en alkali volatil, en huile fétide, en terre livrée à l'inertie. Leur organisation s'altère & se détruit : les vaisseaux, les fibres, les trachées, les cellules, les filtres, le tissu même des parties les plus solides, se relâchent, se désunissent, se corrompent & se résolvent entièrement.

Dès que les Animaux & les Végétaux cessent de vivre : la Nature acheve de détruire elle-même son propre ouvrage, & de décomposer totalement des machines désormais inutiles. Elle en réduit les matériaux, en un état semblable & commun à tous : pour les élaborer de nouveau ; & pour les faire passer promptement dans l'organisation de nouveaux êtres, qui doivent subir aussi les mêmes changemens. C'est ainsi que dans la Nature, comme nous l'avons déjà observé, d'une perpétuité de destruction, résulte une perpétuité d'existence.

II°. Si la Putréfaction dénature & détruit entièrement les substances animales & végétales : la *Fermentation* altere notablement en bien ou en mal leur nature. La fermentation transforme en vin, le jus du raisin ; en biere, le suc de l'orge & du houblon ; en pâte de pain, la farine & l'eau ; & ainsi du reste.

561. DÉFINITION II. La *Combustion d'un Corps*, n'est autre chose que le dégagement du principe inflammable qu'il contient & qui est un de ses constitutifs : ce principe inflammable se nomme Phlogistique. (185 & 152).

I°. Quand le *Phlogistique d'un Corps*, est abondant & dans l'état huileux ; ce corps est très-combustible : il brûle avec une flamme brillante & lumineuse, accompagnée de fumée & de suie. C'est ainsi que se trouve le phlogistique dans les bois, dans les résines, dans les huiles, dans les graisses.

Le bois de chauffage brûle moins bien : quand *encore verd*, il a trop de parties aqueuses qui enveloppent son phlogistique ; & quand *trop vieux*, il a perdu une trop grande quantité de son phlogistique évaporé.

II°. Quand le Phlogistique d'un Corps, sans être dans l'état huileux, est abondant & combiné avec lui d'une manière peu intime ; ce corps est aussi très-combustible : il brûle avec une flamme plus légère, ordinairement moins lumineuse, toujours sans fumée & sans suie. C'est ainsi que se trouve le phlogistique dans l'esprit-de-vin, dans le soufre, dans le phosphore, dans le zinc.

III°. Quand le Phlogistique d'un Corps n'est point dans l'état huileux, & qu'il s'y trouve en très-petite quantité & fortement uni & combiné avec ses principes incombustibles : ce corps ne brûle que très-difficilement, toujours sans flamme, & seulement en rougissant. Tels sont les métaux imparfaits, le noir de fumée, certaines matières charbonneuses animales, les cendres des végétaux presque épuisés de phlogistique.

A mesure qu'un tel Corps perd de son Phlogistique, la

Combustion devient de plus en plus difficile : parce que c'est toujours la portion la plus volatile & la moins adhérente du phlogistique, qui brûle la première ; & que les parties incombustibles retiennent avec la plus grande force, les dernières portions de leur phlogistique, selon la Loi commune de toutes les Affinités. (649).

IV°. Les Corps, privés de leur Phlogistique, sont réduits à l'état, ou de *Cendres*, comme dans les substances animales & végétales ; ou de *Chaux*, comme dans les substances pierreuses & métalliques ; ou de *Verre*, comme dans le mélange de certains sables & de certains sels.

La grande Affinité de ces sables & de ces sels, leur fait contracter dans le Verre, une adhérence qui résiste à l'action de l'air, de l'eau, des plus violens corrosifs, des plus puissans dissolvans.

562. DÉFINITION III. La *Calcination* est une opération par laquelle on enlève à un corps, ses parties volatiles : ne lui laissant que ses parties fixes, encore adhérentes entre elles. On enlève à un corps ses parties volatiles, soit par une évaporation forcée qui les dissipe, soit par une vraie combustion qui les décompose & les détruit.

Les Pierres se calcinent au feu, par l'entière évaporation de leur principe aqueux. Les Métaux imparfaits se calcinent au feu, par la combustion de leur principe inflammable, laquelle leur enlève leurs propriétés métalliques. Les parties fixes d'un corps se nomment communément *Chaux*, quand elles conservent entre elles une certaine adhérence ; & *Cendres*, quand elles sont sans adhérence, comme les parties fixes des substances animales & végétales.

563. REMARQUE. Les Pierres & les Métaux, dans leur calcination, présentent deux phénomènes diamétralement opposés, dont nous allons donner ici une idée.

I°. L'Expérience nous apprend que les *Pierres dans leur Calcination, perdent environ la moitié de leur poids* : ce qui démontre que les pierres calcaires sont un composé de matière terreuse & de quelques substances volatiles que le feu leur enlève.

La *Chaux vive* a la plus grande affinité avec l'eau. De-là, l'effervescence qu'elle éprouve : quand elle peut s'en imbiber & s'en saturer. De-là encore, l'adhérence qu'elle contracte avec les sables qui en sont imbibés : d'où résulte la dureté du mortier, quand ces sables, qui retiennent avec la plus grande force les dernières portions de leur eau, ont acquis une union intime avec la chaux dépouillée de son eau surabondante.

II°. L'Expérience nous apprend que les *Métaux impar-*

*fais* (128), loin de perdre une partie de leur poids dans leur calcination, augmentent en poids. Par exemple, de vingt livres de plomb en nature, on retire, après la combustion & la calcination de ce métal, environ vingt-cinq livres de chaux métallique : phénomène singulier, qui démontre que ce métal, en perdant son phlogistique, se charge d'une substance étrangère & abondante, pendant sa calcination. C'est d'un Ouvrage couronné il y a environ trente ans à l'Académie de Bordeaux (\*), que nous allons tirer en peu de mots, pour le fonds des choses, l'Explication de ce dernier phénomène : explication à laquelle aucune moderne expérience, aucune moderne découverte, n'a encore rien fait perdre de ce qu'elle renferme de plausible & de satisfaisant ; & qui est encore ce qu'on a de mieux sur cet objet.

§64. EXPLICATION. Il consiste indubitablement que l'air qui avoisine la surface de la terre, est toujours chargé, non-seulement de *Vapeurs aqueuses*, mais encore d'*Exhalaisons terrestres*, qui sont en équilibre avec les différentes couches d'air où elles sont placées : plus pesantes, elles s'abaisseroient ; plus légères, elles s'éleveroient à une plus grande hauteur.

Les Vapeurs ne sont qu'une eau atténuée : les Exhalaisons sont des particules immensément petites de nitre, de sable, de bitume, de sels fixes & volatils, que la fermentation enlève sans cesse aux substances animales, végétales, minérales. Dans une chambre bien fermée, où ne pénètre qu'un fort rayon de lumière, on voit un nuage de ces corpuscules, tourbillonner dans le rayon lumineux : de sorte qu'il ne peut y avoir aucun doute sur l'existence de la Cause dont nous allons développer l'influence.

I°. La chaleur du feu terrestre ou du feu solaire, que l'on emploie pour opérer la calcination des Métaux imparfaits, dilate & rend plus légère la masse d'air qui touche le métal à calciner. D'où il arrive que les couches d'air voisines, plus denses & plus pesantes, se précipitent sans cesse en torrens, avec tous les corpuscules hétérogènes qu'elles contiennent,

(\*) NOTE. L'Auteur de cet Ouvrage, est le célèbre Pere Beraud, Jésuite, alors Professeur de Mathématiques & Directeur de l'Observatoire au Collège de Lyon, décédé en 1777. On pourra prendre une idée intéressante des vastes connoissances & des rares vertus du Pere Beraud, dans l'Eloge historique qu'en a fait, dans une des Séances publiques de l'Académie de Lyon, le Pere Le Fevre, de l'Oratoire, son successeur : Eloge où brille la lumière & l'élegance continue de Fontenelle, & où se montrent quelquefois les sublimes crayons & les grandes images de Bossuet.

dans l'air plus dilaté qui touche la substance métallique en feu.

Les différentes couches d'air, qui par leur excès de densité & de pesanteur, se précipitent continuellement sur la surface & dans l'intérieur du Métal embrasé, y déposent les sels, les huiles, les sables, toutes les molécules solides qu'elles contenoient; & font sans cesse place, par le moyen du feu qui les dilate & les expulse, à de nouvelles couches qui viennent s'y absorber & s'y dilater, pour être expulsées à leur tour. De-là, une réelle *augmentation de poids*, dans la Chaux métallique: laquelle se trouve formée & par la terre du métal, & par le torrent continuel des corpuscules hétérogènes qui s'unissent à cette terre métallique, & se calcinent avec elle.

II°. Le même Mécanisme physique a lieu dans la Calcination des Pierres; comme dans la calcination des Métaux: l'air se précipite sans cesse en torrens dans les chaux pierreusees, comme dans les chaux métalliques. Mais la différente adhérence & la différente affinité des parties, dans les *Corps calcinables*, peut évidemment opérer de grandes différences dans leur calcination.

Les *Substances métalliques* ont, sans doute, la propriété de s'attacher & de retenir les corpuscules solides que l'air dépose incessamment dans leur substance plus tenace & moins poreuse: propriété que n'ont pas les Pierres calcaires. De là, une augmentation de poids dans les premières, qui acquièrent plus qu'elles ne perdent dans leur Calcination. De-là, une diminution de poids dans les dernières, qui en perdant leur substance volatile, laissent échapper avec elles les molécules hétérogènes que l'air apporte & dépose successivement dans leur sein, pendant tout le tems de la Calcination.

III°. Quand on calcine les Métaux dans des Vases ouverts: la substance volatile des charbons se précipite en grande partie dans le métal à calciner; & contribue notablement à augmenter son poids, en s'attachant par son affinité à la matière métallique, qui la retient dans son sein, & l'empêche de s'évaporer.

IV°. Si à un grand Tube de verre DNVA, on maffique une Loupe V; & qu'au *Foyer de cette loupe*, on place une petite quantité de plomb: après avoir fermé hermétiquement ce tube, on calcinera ce plomb par le feu du soleil; & la chaux qui en résultera sera encore plus pesante que n'étoit le métal en nature. (*Fig. 92*).

Mais l'excès de son poids, sera moindre que si la calcination avoit été faite en Vase ouvert: ce qui prouve que pendant la calcination opérée par le feu solaire, à l'aide



d'un *Miroir ardent*, il entre dans ce tube, avec la matière ignée, sans doute par les pores du mastic ou du verre dilatés par la chaleur, une quantité de particules hétérogènes, qui vont se précipiter & s'absorber dans le Métal calciné; mais moins librement & moins copieusement, que si la Calcination s'opéroit en plein air.

565. CONCLUSION. La théorie du Globe terrestre : tel est le philosophique tableau que nous avions à mettre en raccourci, sous les yeux de nos Lecteurs dans ce succinct Traité. C'est le tableau infiniment varié de tout ce qui nous touche & nous intéresse de plus près dans la Nature. Nous osons espérer qu'on y trouvera réunies & la vérité & la lumière : qui seules peuvent & doivent en faire le mérite.





# ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE.

## SEPTIEME TRAITÉ.

### THÉORIE DE L'EAU.

DANS cette théorie de l'Eau, nous nous bornerons à établir les Loix de l'Hydrostatique, & à montrer quelle est l'origine des Fontaines & des Rivieres.

### PREMIERE SECTION.

#### LOIX DE L'HYDROSTATIQUE.

566. DÉFINITION I. **L'HYDROSTATIQUE** est une science qui a pour objet la pesanteur & l'équilibre des Liquides. *L'Hydraulique* est une science qui a pour objet les Machines par le moyen desquelles on met à profit le poids & la pression de l'eau, pour la faire servir à l'utilité publique ou particulière. Ces deux Sciences se prêtent un secours mutuel. La première seroit peu utile sans la seconde; la seconde seroit aveugle sans la première: de leur réunion résulte un tout également lumineux & avantageux (\*).

(\*) ETYMOLOGIE. Hydrostatique: *Scientia Legum juxta quas stant & aequilibrantur Liquida*. De ἕδωρ, aqua, eau; & de statio, repos.  
Hydraulique: *Scientia Tuborum ad pressionem Aquæ aptandorum*. De ἕδωρ, aqua; & de αὐλός, tibia, tubus.

I°. Quoique la *Gravité des Liquides*, soit la même que celle des Solides ; qu'elle ait la même cause, & qu'elle soit soumise aux mêmes Loix : l'état de liquidité, donne lieu à des phénomènes particuliers, qu'il est important de connoître & de développer.

II°. Nous nous bornerons dans cette Section, à ce qui regarde l'Hydrostatique : parce qu'il est facile d'en appliquer la théorie à l'Hydraulique.

Parmi les *Machines hydrauliques*, il y en a dont la construction & l'action sont toutes du ressort de la Mécanique : telles que les divers moulins à eau, dont nous avons parlé ailleurs (452). Il y en a d'autres qui exigent une construction à part, telles que les Pompes & certaines Fontaines : nous en parlerons dans le traité de l'Air, qui influe en grande partie dans leur action.

III°. On peut considérer les *Loix de l'Hydrostatique*, ou dans des Liquides homogènes & d'égale pesanteur spécifique ; ou dans des Liquides hétérogènes & d'inégale pesanteur spécifique ; ou dans des Solides plongés dans des Liquides. C'est sous ce triple point de vue, que nous allons les examiner & les suivre.

On nomme *Liquide homogène*, une liqueur dont les molécules, ou les parties intégrantes, sont toutes semblables : telle est l'eau pure.

On nomme *Liquide hétérogène*, un mélange de deux Liquides homogènes : l'eau & le vin, mêlés ensemble, sont un liquide hétérogène.

Quand on compare l'action d'un Liquide homogène, avec l'action d'un autre Liquide homogène, par exemple, du Mercure avec l'eau : ces deux Liquides sont censés hétérogènes.

IV°. Il est important de ne point perdre de vue dans cette matière, les définitions nettes & précises que nous avons données ailleurs, de la Densité, du Volume, de la Pesanteur spécifique. (202).

567. DÉFINITION II. Le *Niveau* est une ligne ou une surface, dont tous les points sont sensiblement à égale distance du centre de la Terre.

Comme la Figure de la Terre, approche beaucoup de la figure sphérique : il s'ensuit qu'une *Ligne de niveau*, est une ligne sensiblement circulaire. Mais comme la surface de la terre est extrêmement grande : une ligne de cent ou cent dix toises, prise sur cette surface, se confond sensiblement avec une ligne droite. (*Math.* 533).

Selon cette définition, deux Liquides sont de niveau : quand

les surfaces qui terminent leurs hauteurs; sont également éloignées du centre de la Terre. Deux Liquides ne sont point de niveau: quand, en les supposant dans la même Latitude (495), la surface de l'un est moins éloignée du centre de la terre, que la surface de l'autre.

Deux Axiomes expliqués, cinq Loix démontrées, divers Corollaires, & quelques Problèmes, vont répandre sur cette matiere, toute la lumiere dont nous la croyons susceptible.

#### AXIOMES FONDAMENTAUX.

568. AXIOME I. *Dans un Liquide homogene ou hétérogene: les parties ou les molécules gravitent les unes indépendamment des autres.*

EXPLICATION. I°. Le Liquide étant gravitant: il est clair que les parties qui composent ce liquide, & qui ne sont point distinguées de ce liquide, doivent avoir chacune leur gravitation propre, d'où résulte la gravitation du tout.

II°. Les parties du Liquide, n'étant point adhérentes les unes aux autres; il est clair encore qu'elles peuvent & doivent exercer leur gravitation, les unes indépendamment des autres: puisque cette gravitation n'est que leur tendance vers le centre de la terre; & que chaque molécule du Liquide gravitant, a sa tendance à part vers ce centre de la terre. (411).

III°. Les Liquides, à raison du défaut d'adhérence dans leurs molécules, ne concentrent point leur action gravitante dans un point commun, comme les Solides: ils ont donc tout autant de centres de gravité, qu'il y a de colonnes liquides appuyées & soutenues.

Une *Masse d'eau*, qui tombe sur ma main, ne fait pas le même effet qu'une égale masse de glace: parce qu'indépendamment de la division que souffre la masse d'eau dans sa chute; cette masse d'eau exerce son action gravitante sur tout autant de points différens de ma main, qu'il y a de colonnes qui la touchent; & que ma main ne souffre rien de l'impulsion d'un grand nombre de colonnes gravitantes qui s'échappent par côté: au lieu que dans la chute d'une *Masse de glace*, toutes les parties étant adhérentes, ma main essuie comme dans un seul point, l'impulsion de toutes les parties gravitantes; dont l'action réunie dans un centre commun de gravité, fait un effort commun & général contre le point de ma main qui le premier résiste au choc.

IV°. Quelques anciens Physiciens avoient imaginé que les *Liquides ne pesent point dans leur élément*: par exemple, qu'un pied cube d'eau, qui pèse environ 70 livres dans

l'air, ne pèse pas une once, pas un grain, dans un lac; Cet absurde paradoxe se détruit aisément par une expérience bien simple & bien sensible. (Fig. 72).

Soit un vase de plomb D, enfoncé dans l'eau, vuide; fermé, & mis en équilibre sur le bras d'une balance avec un poids opposé. Qu'on débouche l'ouverture de ce vase: en sorte qu'il puisse s'emplir d'un pied cube d'eau. Quand il sera rempli, il faudra ajouter 70 livres sur le bassin N, pour rétablir l'équilibre.

Donc l'Eau conserve son même poids dans son élément: donc, par analogie, tous les autres Liquides conservent de même leur propre poids dans leur élément.

V°. Quand un Liquide est enfermé dans un vase: la gravitation extérieure & générale du Liquide, revient à celle des Solides qui ont des centres communs de gravité.

Ainsi une livre de plomb fondu, contenu dans un vase, gravite hors de la base qui le supporte; comme une livre de plomb massif, contenu dans le même vase. (411 & 412).

569. AXIOME II. *Les Liquides, homogènes ou hétérogènes, gravitent en tout sens: de haut en bas, de bas en haut, de gauche à droite, de droite à gauche.* (Fig. 79).

EXPLICATION. La vérité de cette proposition fondamentale, n'est ignorée de personne. Tout le monde sait que, si on verse un Liquide quelconque au point A: ce Liquide, par sa gravité, passe de A en B, de B en H & en C, de B en F, de F en Z & en D: qu'en s'élevant de B en C ou en D, la colonne qui monte, doit son mouvement à la colonne ASB qui tend à descendre; comme un corps suspendu au bras incliné & abaissé d'une balance, monte contre sa gravité, en vertu de la gravitation supérieure du poids opposé qui lutte contre lui. Cette Vérité étant certaine & connue, il ne s'agit que d'en dévoiler le mécanisme physique. (Fig. 74).

I°. Que l'on conçoive les molécules de l'Eau, ou du Mercure, ou de tel autre Liquide quelconque, comme autant de globules d'une infiniment petite ténuité. Par leur gravitation propre, ces globules se placeront les uns sur les autres dans le bassin qui les contient, dans un arrangement assez semblable à celui que représente la Figure indiquée; & cette gravité, jointe à cette configuration & à cet arrangement, doit produire le phénomène de la gravitation ou de la pression en tout sens. Par exemple,

Le globule A, en pressant par sa gravité les globules contigus, leur imprime un mouvement ou une tendance au mouvement,

mouvement, dans les directions AN, AM, AB, ANF, ANE, ANR, AMD, AMC, AMR.

Le *globule R*, par la pression des globules contigus, exerce son effort & sa pression dans les directions RB, RC, RE, RCM, REN. Donc les Liquides doivent exercer leur gravitation & leur pression en tout sens.

II°. Si les molécules ou les élémens des Liquides, n'ont pas une configuration sphérique, telle que nous venons de la supposer : il est certain du moins qu'ils ont une configuration qui les rend *glissans les uns sur les autres* ; qui les rend propres aux mêmes effets de gravitation & de pression, que nous venons d'expliquer. Ainsi, quelle que soit la configuration de ces élémens, soit qu'ils aient une configuration sphérique, ou cylindrique, ou conique, ou pyramidale ; soit qu'ils aient telle autre figure quelconque qu'on voudra leur supposer : il est sûr & indubitable qu'ils sont taillés & configurés de telle manière qu'ils peuvent glisser les uns sur les autres ; qu'ils peuvent exercer les uns sur les autres leur gravitation & leur pression en tout sens : puisque l'expérience nous apprend & nous démontre que la chose est ainsi.

Donc, quelles que soient la figure & la configuration qu'ont les élémens ou les molécules des Liquides : il est certain que cette figure les rend propres aux mêmes phénomènes de gravitation & de pression que nous venons d'expliquer, en leur supposant une figure sphérique.

III°. Quelques Physiciens supposent dans les Liquides, un *Mouvement intrinsèque & intestinal*, occasionné ou par la matière du feu, ou par quelques particules d'air, ou par quelqu'autre matière très-subtile, qui se trouve interceptée entre les molécules des Liquides, & qui en occupe les pores.

Mais l'action de cette matière subtile, nécessaire pour entretenir la fluidité & pour empêcher l'adhérence des Liquides, ne les fait point graviter & presser en tout sens : puisque cette même cause ne produit pas un tel effet dans un tas de poussière ou de farine, où elle doit se trouver & agir avec autant de liberté que dans les Liquides. Cette pression des Liquides en tout sens, a donc principalement pour cause, leur *Pesanteur propre*, assortie à une configuration convenable dans leurs molécules.

570. COROLLAIRE. Quand un Vase fermé est rempli d'un Liquide : si on perce le vase, & que l'on presse une portion quelconque du Liquide ; on imprime en tout sens le mouvement ou la tendance au mouvement, à toutes les parties du Liquide enfermé. (Fig. 74).

**EXPLICATION.** Si on perce le Vase fermé de toutes parts, en un point M; & qu'on enfonce par l'ouverture cylindrique, une baguette cylindrique; le globule M, pressé par l'impulsion de la baguette, communiquera son effort à tous les globules du Liquide, selon les directions MA, MN, MRÉ, MRB, MRC, &c. Par conséquent, comme les Liquides sont incompressibles (206): il faudra, si la baguette s'enfonce sans laisser sortir le liquide, ou que le vase se dilate, ou que le vase éclate par sa partie la plus foible.

Si le Vase s'ouvre en un seul point F: le Liquide jaillira par ce point, avec la somme de mouvement qu'a la baguette en s'enfonçant dans le Liquide. Si le Vase résiste & se dilate: il fera effort pour repousser la baguette, avec une force de réaction égale à la force comprimante qui l'a dilaté. Si la baguette, en s'enfonçant dans le Liquide, ne bouche pas parfaitement l'ouverture par où elle s'infine: le Liquide, pressé dans une direction MAN, reviendra sur lui-même par une direction NRM, & jaillira en dehors par le point M.

#### PREMIERE LOI.

571. *A égale distance de l'Equateur: les Liquides homogènes, qui communiquent ensemble par quelques tuyaux non-capillaires, se mettent de niveau dans toute leur surface. (Fig. 79).*

**DÉMONSTRATION.** Soient différens Tubes ou Canaux communicans, d'inégale capacité & de diverse figure, dont aucun ne soit capillaire. Que tous ces Tubes soient vuides, & que l'on verse de l'eau dans un seul tube quelconque RH: jusqu'à ce que l'eau s'éleve & s'arrête dans ce tube à la hauteur C. L'eau s'élevera successivement à égale hauteur dans les quatre tubes; & quand on cessera d'en verser, on la trouvera précisément à la même élévation, ou de niveau (567), en CD dans tous les Tubes.

I°. L'eau que l'on verse en R, tend, par sa gravitation, à s'approcher du centre de la terre. Et comme elle ne peut s'en approcher, qu'en élevant successivement dans les autres tubes, l'eau qui l'a précédée: elle produit cet effet, par l'excès de pesanteur qu'elle donne continuellement à la colonne d'eau sur laquelle elle coule.

II°. On est d'abord surpris qu'une petite Colonne d'eau CH; puisse élever les grandes colonnes d'eau contre lesquelles elle lutte. Mais la surprise cesse, quand on fait attention que ce n'est ici qu'une application du principe fondamental de toute la Méchanique, lequel apprend qu'une petite masse avec une très-grande vitesse, peut vaincre une très-grande masse qui n'a qu'une très-petite vitesse. (421).

Supposons la capacité du tube  $CH$ , mille fois plus petite que la capacité des trois autres tubes pris ensemble. L'Eau versée dans le tube  $CH$ , s'abaissera de mille lignes dans son tube; quand la masse d'eau mille fois plus grande ne s'élèvera que d'une ligne dans les autres tubes. Un pouce d'eau dans le petit tube, avec une vitesse comme 1000, peut donc faire équilibre avec mille pouces d'eau qui n'ont qu'une vitesse comme 1 dans les autres tubes.

On voit par-là comment un petit Puits, qui communique avec un Lac immense par des canaux souterrains, fait équilibre contre toute l'énorme masse d'eau qui lutte contre lui. En supposant que la surface du lac est un million de fois plus grande que celle du puits: pour que l'eau du lac, s'abaissât d'une quantité quelconque; il faudroit que l'eau du lac imprimât à l'eau du puits une vitesse un million de fois plus grande que la sienne. De même, pour que l'eau du puits, s'abaissât d'une quantité quelconque: il faudroit qu'il élevât une masse d'eau un million de fois plus grande. Il y a donc entre ces deux puissances opposées, une égalité de force motrice: puisqu'il y a de part & d'autre, un même produit de la masse par la vitesse. De-là l'équilibre. (421).

III°. Que les Tubes ou Canaux de communication, soient droits ou anguleux, perpendiculaires ou inclinés à l'horison, la même Loi a lieu, le même niveau existe: parce que la pression des Liquides s'exerce en tout sens; & s'adapte par-là même également à toutes les figures des Conduits où l'eau peut s'insinuer. (569).

Quand de deux Tubes égaux en capacité, l'un est perpendiculaire, & l'autre incliné à l'horison: le Liquide doit s'élever à la même hauteur, dans l'un & dans l'autre. Car, quoique la colonne perpendiculaire  $ZS$  soit moindre que la colonne inclinée  $DE$ , & que la vitesse ou la tendance à la vitesse soit égale dans l'une & dans l'autre: la colonne plus petite  $ZS$  lutte par toute sa gravité contre la colonne plus grande  $DE$ ; tandis que celle-ci, qui est soutenue en partie par le Plan incliné de son tube, ne lutte contre la colonne opposée que par une portion de sa gravité: laquelle portion est à toute sa gravité, comme la hauteur  $ND$  du plan, est à sa longueur  $FD$ . (461).

La colonne inclinée  $FD$  ne peut donc tenir en équilibre la colonne perpendiculaire  $ZS$ : sans que la première ait autant de hauteur que la seconde. De-là, l'équilibre & le niveau entre ces deux colonnes.

IV°. Quand une fois un Liquide homogène s'est mis de niveau dans toute sa surface: toutes les colonnes du Liquide, demeurent en repos. La raison en est, que toutes ces

G g ij



*Colonnes mobiles* sont comme tout autant de Tubes communicans, qui donnent par-tout un même Produit, résultant de la masse multipliée par la vitesse : qui doivent donner par-là même, l'équilibre & le repos de toutes les parties.

Les couches supérieures ne s'abaissent point sur les couches inférieures : parce que les couches inférieures résistent à leur déplacement avec une force égale à celle des couches supérieures qui tendent à les déplacer. De-là l'équilibre & le repos entre toutes les colonnes, entre toutes les couches, entre toutes les molécules du Liquide homogène : jusqu'à ce qu'une cause étrangère vienne altérer ce repos & cet équilibre. C. Q. F. D.

572. COROLLAIRE I. *Quand plusieurs Réservoirs voisins communiquent ensemble : il suffit de connoître la hauteur de l'un, pour connoître la hauteur de tous les autres : puisque l'eau doit nécessairement se mettre de niveau dans toutes leurs surfaces.*

REMARQUES. I°. Les Réservoirs qui communiquent entre eux, se mettent par-tout *en équilibre* ; quoiqu'ils soient les uns plus près, les autres plus loin de l'équateur : comme l'exige la pression de leurs colonnes correspondantes.

II°. Les Réservoirs qui communiquent entre eux ne se mettent pas cependant par-tout *de niveau*, ou à égale distance du centre de la Terre, quand ils ont une considérable différence de latitude : puisque, comme nous l'avons déjà observé, la Mer, sous les poles, est de six ou sept lieues plus basse & plus près du centre de la terre, que sous l'équateur. (492).

III°. Les Réservoirs qui communiquent entre eux, se mettent toujours précisément *de niveau* : quand la Latitude est la même, quoique la Longitude soit considérablement différente. (495).

Et quand la Latitude est peu différente, par exemple, d'une ou deux lieues : la *différence de niveau*, est sensiblement nulle.

573. COROLLAIRE II. *Creuser un Puits, dans la terre ou dans un roc ; c'est ouvrir un canal par où l'eau souterraine s'élevera à la hauteur des Réservoirs voisins : s'il y a de tels réservoirs dans le voisinage, qui puissent communiquer avec cette ouverture. Par exemple, (Fig. 79) :*

Si on veut avoir de l'eau au point C : en creusant jusqu'en H, on aura un puits dans lequel l'eau s'élevera jusqu'en C ; quand on aura atteint la veine d'eau qui communique avec les réservoirs voisins AB, DF.

574. COROLLAIRE III. *Abstraction faite des résistances qu'éprouve un Liquide enfermé ; il s'éleve à la même hauteur, qu'à la surface du vaisseau ou de la source d'où il commence à couler : comme l'exige la pression des Colonnes opposées qui gravitent sur ce Liquide en tout sens.*

I°. De-là les *Jets d'eau*, qui s'élevent d'autant plus haut, que les bassins nourriciers ont plus d'élévation : mais que la résistance de l'air & le frottement des canaux, empêchent d'égalier jamais la hauteur de ces bassins.

II°. De-là la *Conduite des eaux*, d'un lieu en un autre, à travers de grands enfoncemens, par le moyen des canaux : mais que le frottement des canaux étroits empêche toujours d'atteindre à la même hauteur précise qu'elles ont dans la source d'où elles tirent leur origine.

III°. Pour faciliter le mouvement des eaux dans les *Aqueducs*, dans les *Tuyaux de conduite*, dans tous les *Canaux* où l'on veut qu'il y ait un libre écoulement : on donne communément à ces canaux, environ deux lignes d'inclinaison par toise. Cette inclinaison doit être, selon *Wolf*, au moins d'un pouce & au plus de deux pouces, sur 400 pouces d'étendue horizontale.

Dans les grands canaux, tels que les *Lits des fleuves* & des *rivieres*, l'écoulement s'effectue avec aisance, sans une pente aussi considérable. Car, en coulant de *Paris* à la *Mer*, dans une étendue d'environ 90000 toises : la *Seine* n'a qu'une pente de 21 ou 22 toises, qui seroient moins d'un quart de ligne de pente par toise.

## SECONDE LOI.

575. *Les Liquides, homogènes ou hétérogènes, exercent leur Pression tant perpendiculaire que latérale contre les vases ou contre les réservoirs qui les contiennent, non en raison de leur masse, mais en raison composée de leur hauteur & de leur base : c'est-à-dire, en raison de leur base multipliée par leur hauteur.* (Fig. 76).

DÉMONSTRATION. Soient deux Vases *ABC* & *TVX*, de même base & de même hauteur, remplis d'un même Liquide quelconque, par exemple, d'eau ou de mercure. Le vase cylindrique *ABC* en contiendra une quantité trois fois plus grande que le vase conique *TVX* (*Math.* 599) ; & cependant la base *VX* souffrira la même pression que la base *BC*. De même, le côté *nX* fera pressé avec la même force expansive, que le côté *mB*.

Proposition paradoxale : elle paroît d'abord évidemment fautive, & elle est cependant incontestablement vraie. Nous

allons la soumettre , & au flambeau de l'expérience , & au flambeau de la théorie.

I°. *Cette seconde Loi est constatée par l'expérience.* Car , après avoir fixé latéralement le vase cylindrique & le vase conique à un support convenable FG : adaptons à l'un & à l'autre , deux bases égales qui , couvertes d'une peau mouillée , seront appliquées contre leurs fonds égaux , par les poids égaux de deux leviers. Versons ensuite un même Liquide dans les deux vases. Les *Bases mobiles* s'ouvriront , & les poids qui les fixent s'élèveront : quand la liqueur sera précisément à la même hauteur dans le vase conique & dans le vase cylindrique. Or ces deux bases ne s'ouvrent , & n'élèvent les poids égaux P & R qui les appliquent contre les deux fonds ; qu'en vertu de la pression du Liquide contenu dans les deux Vases. Donc la *Pression perpendiculaire* du Liquide contenu dans ces deux vases à base égale , est en raison , non de sa masse , mais de sa hauteur ; ou est le produit de la base par la hauteur.

De même si , au point *m* & au point *n* , on fait deux trous égaux , auxquels on applique deux bouchons retenus par une égale force ; & qu'on verse ensuite un même Liquide dans les deux Vases , dont les bases seront immobiles : les deux *Bouchons* s'échapperont ; quand le Liquide sera élevé à une même hauteur dans le Vase conique & dans le Vase cylindrique. Or , ces deux bouchons ne sont expulsés que par la pression du Liquide contenu dans ces deux vases : donc la *Pression latérale* du Liquide contenu dans ces deux vases d'inégale capacité , est en raison , non de la masse , mais de la hauteur du liquide.

Plus la Base ou le Bouchon ont de surface : moins il faut de hauteur au Liquide , pour les expulser ou les ouvrir. D'où il résulte , d'après l'expérience , que la force qui lutte , ou contre la partie inférieure , ou contre la partie latérale d'un Vase rempli d'un Liquide , est égale au produit de la base & de la hauteur du Liquide.

II°. *Cette même Loi n'est point contraire à la théorie du Mouvement.* Pour le faire sentir , examinons & analysons l'action des Colonnes fluides , dans les deux Vases d'inégale capacité.

D'abord , dans le *Vase cylindrique* , toutes les colonnes sont égales à la colonne AD. Elles doivent donc être toutes en équilibre entre elles ; & la somme de leur pression , est le produit de leur base par leur hauteur.

Ensuite , dans le *Vase conique* , la colonne TS est égale à la colonne AD. Cette colonne TS doit donc lutter sur sa base , avec autant de force que la colonne AD sur la sienne. Cette

colonne TS du vase conique, a plus de hauteur que toutes les colonnes adjacentes; & cependant ces colonnes adjacentes sont en équilibre avec la colonne TS: puisqu'elles l'empêchent de s'abaisser, & de les exalter par sa gravité. Donc les Colonnes adjacentes, appuyées & soutenues par la partie inférieure & collatérale du vase conique, ont une force capable de contre-balancer la colonne TS. Donc les Colonnes adjacentes, égales en force à la colonne TS, luttent contre les points de la base auxquels elles correspondent, avec autant de force que la colonne TS. Donc la base VX doit être pressée avec autant de force; que si toutes les colonnes qu'elle soutient, étoient égales à la colonne TS.

D'ailleurs, considérons les Couches supérieures du Liquide, dans le Vase cylindrique & dans le Vase conique, comme se mouvant, ou comme tendant à se mouvoir vers leurs bases ou vers leurs côtés. Si ces bases & ces côtés s'ouvroient ou s'affaïsoient sous la pression du Liquide: les couches supérieures se mouvraient ou tendraient à se mouvoir avec plus de vitesse dans le vase conique, que dans le vase cylindrique. Donc le Liquide a d'autant plus de vitesse ou de tendance à la vitesse en T, qu'il a plus de masse en A. Donc la Force motrice, qui est le produit de la masse par la vitesse, peut être aussi grande dans la couche T, que dans la couche A. Donc les deux bases qui résistent à cette force motrice, soutiendront le même effort en BC & en VX.

Donc cette Loi de l'hydrostatique s'accorde avec la Loi fondamentale de la Statique, qui nous apprend que, sur un levier en repos, une petite masse avec une grande tendance à la vitesse, peut faire autant d'effort qu'une plus grande masse avec une moindre tendance à la vitesse. C. Q. F. D.

576. COROLLAIRE I. Quand les hauteurs des Liquides, sont égales; les Pressions perpendiculaires sur les bases, sont comme ces bases: puisque ces pressions sont comme le nombre des colonnes qui se trouvent appuyées sur ces bases & qui luttent contre ces bases. Une base double souffre une pression double: une base quadruple, une pression quadruple. On peut dire la même chose des côtés.

Quand les bases sont égales: les pressions des Liquides, sont comme les hauteurs.

577. COROLLAIRE II. Quand les hauteurs des Liquides, sont inégales: les Pressions perpendiculaires sur les bases, sont comme les produits des bases par les hauteurs respectives des Liquides qu'elles supportent.

EXPLICATION. Ainsi, en multipliant la base qui souffre la

G g iv

pression, par la hauteur du Liquide qui exerce la pression : on aura pour produit, la quantité de la pression ; & par-là même, la force qu'il faut pour résister à cette pression. On doit entendre la même chose de la pression sur les côtés.

Il est inutile d'avertir que cette pression est proportionnelle à la densité du Liquide qui la produit ; & qu'un pied cube de mercure exerce une pression environ quatorze fois plus grande qu'un pied cube d'eau.

578. COROLLAIRE III. *La Colonne d'eau qu'éleve le Piston d'une pompe, exige une force proportionnelle à la base du piston, multipliée par la hauteur du volume d'eau que le piston éleve.*

EXPLICATION. Que ce volume d'eau s'éleve par un canal plus grand ou plus petit, par un canal incliné ou perpendiculaire à l'horison ; la chose est indifférente : parce que la résistance qu'éprouve le piston, est égale à la pression du Liquide ; & que cette pression du liquide est le produit de sa base par sa hauteur, quelles que soient la figure & la capacité du vase où le liquide est contenu.

Quand on éleve un moindre volume d'eau, la hauteur de la colonne étant la même : on imprime à chaque portion une plus grande vitesse. Or, selon les Loix du mouvement, il ne faut pas moins de force motrice pour imprimer une vitesse comme 2 à une livre d'eau ; que pour imprimer une vitesse comme 1 à deux livres du même Liquide.

579. COROLLAIRE IV. *Un Corps plongé successivement à différentes profondeurs dans un même Liquide, souffre des pressions qui sont comme les hauteurs du liquide.*

EXPLICATION. La raison en est, que le corps plongé dans un liquide est tout base relativement au liquide, qui le presse de toute part en tout sens, avec une force qui est comme sa hauteur. (576).

Ainsi un Plongeur qui descend dans l'eau, à une toise de profondeur, éprouve une pression comme 1 : à 50 toises de profondeur, une pression comme 50. De-là l'explication de ce qui arrive aux Plongeurs qui vont pêcher les Perles au fond de certaines mers ; & qui souffrent quelquefois une si grande pression, qu'elle leur fait sortir le sang par le nez & par les oreilles.

580. COROLLAIRE V. *Si dans un Réservoir toujours plein, on fait des ouvertures égales à différentes distances de la surface : les quantités de Liquide qui s'écouleront, seront comme les racines carrées des hauteurs du liquide au-dessus de ces ouvertures. (Fig. 78).*

EXPLICATION. Soit un Vase ou Réservoir MN, toujours rempli par une source quelconque, dans lequel on ait pratiqué trois ouvertures égales, l'une en A, à un pied au-dessous de M; l'autre en B, à quatre pieds au-dessous de M; la troisième en C, à neuf pieds au-dessous de M. Ces trois Ouvertures donneront, en tems égaux, des quantités de liquide, qui seront entre elles comme 1, 2, 3; ou comme les racines quarrées des hauteurs du Liquide qui coule.

I°. Il conste d'abord par l'Expérience, que la chose est ainsi. L'ouverture A, à un pied au-dessous de la surface du vase toujours plein M, donne en un tems déterminé quelconque, une quantité de liquide comme 1. L'ouverture B, à quatre pieds au-dessous de la même surface, donne une quantité de liquide comme 2. L'ouverture C, à neuf pieds au-dessous de la même surface, donne une quantité de liquide comme 3. Une autre ouverture, à seize pieds au-dessous de la même surface, donne une quantité de liquide comme 4; & ainsi de suite à l'infini, toujours comme les racines quarrées des hauteurs.

Si les ouvertures A, B, C, étoient inégales: il seroit facile de déterminer la quantité de Liquide, que chacune doit donner selon la même règle, proportionnellement à l'augmentation ou à la diminution du canal, ou de l'ouverture d'écoulement. Si le canal B est double du canal A: la quantité de Liquide qui jaillira par le canal B, sera double à raison de sa pression, & double à raison de sa capacité.

II°. Ensuite, la théorie est d'accord sur cet objet, avec l'expérience. Car les pressions étant comme les hauteurs (576): il est clair que la pression sera comme 1 en A, comme 4 en B, comme 9 en C. L'effet qui résultera de ces pressions, effet toujours proportionnel à la cause qui le produit, sera donc aussi dans le même rapport. Or, la cause qui fait jaillir le Liquide, est la pression qu'il essuie: il s'agit donc uniquement d'évaluer cette pression, d'où résultent & la Masse & la Vitesse du Liquide jaillissant.

La pression en A, est comme 1: l'effet de cette pression sur le Liquide jaillissant, sera donc une force motrice comme 1 en masse, & comme 1 en vitesse. Or  $1 \times 1 = 1$ .

La pression en B, est comme 4: l'effet de cette pression sera donc une force motrice dans le Liquide jaillissant, comme 2 en masse, & comme 2 en vitesse. Or  $2 \times 2 = 4$ .

La pression en C sera comme 9: l'effet de cette pression dans le Liquide qui s'écoule, sera donc comme 3 en masse, & comme 3 en vitesse. Or  $3 \times 3 = 9$ ; & ainsi de suite à l'infini.

581. COROLLAIRE. VI Si dans un Réservoir d'une capacité par-tout égale, & qui ne reçoit point de nouveau Liquide, on fait une ouverture en C pour le vuidier : la quantité du Liquide jaillissant décroîtra en tems égaux, selon la suite rétrograde des nombres impairs, ( Fig. 78. ).

DÉMONSTRATION. Il conste par l'Expérience, que la chose est ainsi. Pour en saisir la raison, supposons que, pour vuidier le Vase MN par une seule ouverture faite en C, il faille trois heures. Je dis que pendant les trois heures successives d'écoulement, les quantités du Liquide écoulé, seront comme 5 à la fin de la premiere heure ; comme 3 à la fin de la seconde heure ; comme 1 à la fin de la dernière heure.

I°. Considérons la *Gravité croissante*, dans une colonne MN du Liquide, comme nous l'avons considérée dans le Mouvement accéléré des Graves (366) : en supposant ce mouvement divisé en parties infiniment petites. Dans la colonne MN, le premier globule ou élément M presse avec une gravité = 1 : le second élément presse avec la gravité du premier & la sienne, = 2 : le troisieme élément presse avec la gravité des deux premiers & la sienne, = 3 ; & ainsi de suite jusqu'au dernier élément N.

Il est évident que dans un Réservoir par-tout d'égal diamètre, la gravité des couches entieres, croît dans la même proportion que dans les globules successifs ; depuis la premiere ou la plus haute M, jusqu'à la dernière ou la plus basse N : parce que les tous sont entre eux, comme leurs parties semblables.

II°. Si on exprime les *Pressions croissantes* des couches successives du Liquide, par les lignes d'un triangle rectangle, paralleles à la base & croissantes dans la même proportion que les pressions : on aura les différens accroissemens de pression dans les couches du Liquide, depuis la surface M jusqu'à la base N.

III°. Comme les élémens les plus bas des colonnes s'échappent les premiers, & qu'ils s'échappent avec la somme de pression qui leur est affectée : ils s'écouleront avec une vitesse qui répondra aux dernières lignes DF du triangle DEF, & qui vont en décroissant depuis la base DF jusqu'à la pointe E du triangle.

IV°. Si on divise ce triangle dans sa hauteur DE, en trois parties égales, correspondantes aux trois heures que doit durer l'écoulement : ces divisions embrasseront dans le triangle, des quantités linéaires, qui seront entre elles, en allant

de bas en haut, comme la suite rétrograde des nombres impairs ; comme 5, 3, 1.

Dans la première heure, l'écoulement occasionné par une pression décroissante & proportionnelle au trapeze  $DFSR$ , emportera une quantité de Liquide, proportionnelle à la force expulsive exprimée par la somme des lignes décroissantes qui empliroient ce trapeze parallelement à la base : la quantité d'écoulement, sera comme 5.

Dans la seconde heure, l'écoulement occasionné par une pression toujours décroissante & proportionnelle au trapeze  $RSXV$ , emportera une quantité de Liquide, proportionnelle à la force expulsive exprimée par la somme des lignes décroissantes & paralleles à la base, qui empliroient ce trapeze : la quantité d'écoulement sera comme 3.

Dans la dernière heure d'écoulement, la pression & l'effet de cette pression seront exprimés par la somme des lignes décroissantes & paralleles à la base, qui emplissent le triangle  $VXE$  : la quantité d'écoulement sera comme 1.

V°. On conçoit facilement que la même théorie générale s'adapte à toute hauteur possible du Liquide, & à toute durée possible de l'écoulement : à raison de l'accroissement infini que peut prendre le triangle  $EDF$ , qui correspond ou peut correspondre à toute hauteur assignable dans le Vase  $MN$ .

Les pressions des Couches liquides, croîtront toujours comme les lignes  $VX, RS, DF$ , correspondantes à ces couches à l'infini. C. Q. F. D.

§82. COROLLAIRE VII. Une très-petite masse de Liquide, peut produire le plus grand effort contre la base & contre les côtés d'un Vase rempli d'un Liquide. (Fig. 77).

EXPLICATION. Si à un Tonneau  $MN$ , rempli d'eau, on adapte un tube fort élevé & fort étroit  $MT$ , qui communique avec le Liquide intérieur : en emplissant d'eau ce tube, on occasionnera à tout le corps du tonneau, la même pression que s'il étoit chargé d'une masse d'eau semblable à celle qui est contenue entre ses deux bases, & de même hauteur que le Tonneau & le tube. Et si le Tonneau n'est pas en état de soutenir cette force ou cette pression, il éclatera & il sautera en pieces.

La raison en est, que les Liquides exercent leur gravitation & leur pression, en raison composée de leur hauteur, & de leur base ou de leurs côtés ; & que dans ce cas, la hauteur du Liquide, qui exerce sa pression contre les bases & contre les côtés du tonneau plein d'eau, doit se compter



depuis le sommet T du tube plein d'eau, à trente ou cinquante ou cent pieds au-dessus du tonneau.

Deux célèbres Physiciens, Messieurs Wolf & Muschembroëk, ayant adapté un couvercle de fer battu & flexible, à la base supérieure d'un petit tonneau en M, sont venus à bout d'élever, par un semblable mécanisme, par le moyen de quelques livres d'eau versées dans un fort long Tube MT, des poids de sept à huit cens livres, posés sur le couvercle M du tonneau.

### TROISIEME LOI.

§83. *Les Solides, en s'enfonçant dans un Liquide homogène ou hétérogène, perdent autant de leur poids, que pèse un égal volume du liquide qu'ils déplacent. ( Fig. 72. ).*

DÉMONSTRATION. Soient trois Solides A, B, D, de différente pesanteur spécifique. Que le solide D soit plus pesant; le solide A, aussi pesant; le solide B, moins pesant qu'un égal volume d'eau.

I°. Soit le *Solide D*, un cube de plomb, d'un pied de diamètre: il est évident qu'en s'enfonçant dans l'eau, il déplacera un pied cube d'eau.

Que l'on mette d'abord ce Cube sur une balance en plein air, en équilibre avec un poids opposé: que l'on plonge ensuite le même cube D dans l'eau. Le bassin N s'abaissera; & il faudra, pour rétablir l'équilibre, un poids en G ou en C, égal au poids d'un pied cube d'eau.

Donc le Solide D, plongé dans l'eau, perd une quantité de son poids, égale au poids du volume d'eau qu'il déplace. On peut dire la même chose, de tout autre Corps plus pesant que le Liquide dans lequel il sera plongé.

II°. Soit le *Solide A*, un globe ou un cube, égal en volume à un cube d'un pied de diamètre, & de même pesant qu'un égal volume d'eau. ( On suppose ici que le solide D a disparu ). Attaché à la ficelle GC en plein air, le Solide A fera équilibre avec un pied cube d'eau placée sur le bassin N.

Qu'on ôte ensuite le pied cube d'eau, qui étoit sur le bassin N: le Solide A s'enfoncera totalement dans l'eau, sans descendre plus bas que la surface de l'eau; & alors, totalement plongé dans l'eau, il fera équilibre avec rien sur le bassin N.

Donc le Solide A, de même pesanteur spécifique que l'eau, perd tout son poids, quand il est totalement plongé dans l'eau.

III°. Que le *Solide B* ait la moitié moins de pesanteur

spécifique qu'un égal volume d'eau. Posé sur l'eau, il s'enfoncera dans l'eau jusqu'à son centre, déplacera un volume d'eau égal à la moitié de son volume, & perdra tout son poids.

Donc le Solide B, à moitié surnageant, & à moitié submergé, perd autant de son poids, que pese la quantité du liquide qu'il déplace : c'est-à-dire, dans l'hypothèse présente, qu'il perd tout son poids, en déplaçant une quantité de liquide égale à la moitié de son volume. C. Q. F. D.

§84. REMARQUE. Nous avons observé que dans un Liquide, toutes les colonnes, depuis le fond jusqu'à la surface, sont par-tout en équilibre entre elles (571) : de sorte que, selon les Loix de la Statique, on ne peut augmenter ou diminuer la force d'une de ces colonnes, sans que cette augmentation ou diminution, détruisant l'équilibre, la fasse élever ou abaisser. Ainsi, en supposant que le corps A soit plongé dans un vase plein d'un Liquide quelconque : il est évident que ce corps A devient partie des colonnes gravitantes auxquelles il correspond. (Fig. 77).

Ce Corps ou ce Solide A est spécifiquement, ou plus pesant, ou moins pesant, ou aussi pesant que le Liquide dont il occupe la place. (202). D'où il s'en suit :

I°. Que, si le Solide A est spécifiquement plus pesant que le Liquide dans lequel il est plongé : il doit descendre au fond.

II°. Que, si le Solide A est spécifiquement plus léger que le Liquide dans lequel il est plongé : il doit s'élever vers la surface du Liquide.

III°. Que, si le Solide A est spécifiquement aussi pesant que le Liquide dans lequel il est plongé : il doit demeurer immobile au point d'enfoncement où il se trouve placé ; sans monter & sans descendre.

Pour concevoir la raison de ces trois Corollaires : il suffira de faire attention qu'en vertu de leur gravitation propre & de la gravitation des colonnes Liquides qui les dominent, les globules liquides supérieurs *aa* & *cc* tendent à s'écarter ; tandis que les globules liquides inférieurs *nn* & *rr*, en vertu de la même gravitation, tendent à s'approcher. En tendant à s'approcher, les globules liquides inférieurs sollicitent le Solide A, à s'élever ; & ils le sollicitent avec une force qui est ou aussi grande ou moins grande ou plus grande que la force opposée, par où leur résistent des élémens égaux & semblables du Solide A.

§85. PROBLÈME I. Trouver le rapport de pesanteur spécifique, entre un Solide & un Liquide.

SOLUTION. Soit un Solide d'une figure quelconque, dont on veuille comparer la pesanteur spécifique (202), avec la pesanteur spécifique de l'eau, ou du vin, ou de l'huile, ou de tel autre liquide moins pesant que le solide. On suppose que le Solide n'est point une matière spongieuse, qui puisse admettre dans ses pores une portion du liquide; ni une matière dissoluble, qui puisse se loger dans les pores du dissolvant, ou loger le dissolvant dans ses pores. (Fig. 72).

I°. Suspendez le Solide D, plus pesant que le Liquide, au bras G d'une balance très-exacte & très-mobile, par le moyen d'un cheveu; ou si le corps D est trop pesant, par le moyen d'un fil de laiton que vous aurez mis auparavant en équilibre avec le bassin opposé N.

Pesez d'abord dans l'air en C, le Solide D: en mettant sur le bassin N, un nombre de poids connus, d'onces, de grains, qui fassent exactement équilibre avec le solide D, placé dans l'air en C. Vous aurez la *Pesanteur absolue de ce Solide*, pesé dans l'air.

II°. Sous la balance FG, suspendue à un crochet, placez un Bassin plein d'un liquide quelconque moins pesant que le solide. Le Solide D s'y enfoncera, en perdant une quantité de son poids, égale au poids du Liquide qu'il déplace; & il déplace un volume du liquide, égal à son volume.

Le Solide D, plongé dans le liquide, ne fera plus équilibre avec le bassin opposé N; & il faudra ôter au bassin N, un certain nombre de poids, pour rétablir l'équilibre. Les poids ôtés sont la *Pesanteur absolue d'un volume du liquide*, égal au volume du solide.

III°. Faites cette proportion: le poids du Solide pesé dans l'air, est au poids qu'il perd étant pesé dans le liquide: comme la pesanteur spécifique du solide, est à la pesanteur spécifique du liquide.

Par exemple, supposons qu'une masse de cuivre rosette, quelle qu'en soit la figure, pese 18 onces dans l'air; & qu'elle ne pese que 16 onces dans l'eau. On trouvera que la pesanteur spécifique de la Rosette, est à la pesanteur spécifique de l'eau: comme 18 est à 2, ou comme 9 est à 1.

On trouvera de la même manière, le *Rapport de pesanteur*, entre une masse d'or solide, & un volume d'eau égal à cette masse; entre une masse quelconque d'argent solide, pur ou allié, & un volume d'eau égal à cette masse; & ainsi du reste.

§86. PROBLÈME II. *Expliquer pourquoi une Barque ou un Vaisseau surnagent.*

SOLUTION. I°. Un Solide ne peut s'enfoncer totalement

dans l'eau : sans déplacer & élever un volume d'eau égal à son volume. Donc si la Barque ou le Vaisseau ont moins de pesanteur spécifique qu'un égal volume d'eau, ils doivent surnager.

II°. La Barque & le Vaisseau, à cause de leur capacité vuide, répondent à un grand volume d'eau, dans laquelle ils ne peuvent s'enfoncer totalement, sans être chargés d'un poids au moins égal au poids du volume d'eau à déplacer.

Donc, tant que le poids de la barque & du Vaisseau, sera moindre que le poids d'un volume d'eau égal à leur volume : la barque & le vaisseau doivent surnager ; & ne s'enfoncer dans l'eau que d'une quantité qui soit à tout leur volume, comme la masse d'eau déplacée & élevée par leur pesanteur, est à toute la masse d'eau que déplaceroit & élèveroit leur enfoncement total. (584).

III°. Quand l'eau pénètre dans le Vaisseau & en emplit la capacité, le vaisseau s'enfoncé : parce que le poids de l'eau, joint au poids des matieres qui constituent ou qui chargent le vaisseau, fait un poids spécifiquement plus grand que le poids d'un égal volume d'eau.

IV°. Quand un Vaisseau, dans un tems de tempête, est battu par des vagues énormes, qui fondant sur lui comme des montagnes mugissantes, l'enfoncent au sein des mers & des abimes ; après la secousse, le vaisseau remonte vers la surface de l'eau, reprend son équilibre : parce que le vaisseau, fermé de toute part comme un tonneau, est par-tout inaccessible à l'eau ; & qu'enfoncé au sein des mers, il se trouve plus léger qu'un égal volume d'eau.

Les Colonnes liquides, dont le vaisseau submergé fait partie, se trouvent moins pesantes que les colonnes adjacentes : lesquelles par leur excès de pesanteur, portent le vaisseau vers la surface. (584).

V°. Quand les vents & les vagues inclinent ou renversent un Vaisseau sur le côté ; le vaisseau, après la secousse, reprend son équilibre : parce que le *Centre de gravité*, qui se trouve un peu au-dessus du milieu de la Quille, incliné en un sens quelconque, fait un effort violent pour se remettre dans la ligne perpendiculaire à l'horison (441), ou dans la ligne par laquelle toute la masse du vaisseau gravite vers le centre de la terre : ligne dont le centre de gravité avoit été écarté, par la secousse des vagues ou des vents.

C'est pour donner la plus grande force à ce Centre de gravité (412), & pour le rapprocher le plus qu'il est possible de la Quille, qu'on charge le fond du vaisseau de matieres très-pesantes : c'est ce qu'on appelle *lester le Vaisseau*.

587. PROBLÈME III. *Expliquer le mouvement des Poissons dans l'eau.*

SOLUTION. I°. Les Poissons ont pour la plupart une queue & des nageoires, qu'ils meuvent avec une très-grande rapidité. Cette queue & ces nageoires font chez les poissons, la fonction de rames ; qui en frappant l'eau avec plus ou moins de force, emportent ou détournent le corps du poisson, dans un sens opposé à la percussion.

II°. La plupart des Poissons dont on a fait l'anatomie, ont des Vessies aériennes, qu'ils enflent & qu'ils compriment à volonté. *En enflant ces Vessies*, ils se donnent un plus grand volume : ils deviennent spécifiquement plus légers que l'eau : ils sont emportés vers la surface, par le seul poids de l'eau. *En comprimant ces Vessies*, ils se donnent un volume plus petit : ils deviennent spécifiquement plus pesans que l'eau : ils sont emportés vers le fond, par leur excès de pesanteur sur l'eau. (584).

L'impulsion de leur queue & de leurs nageoires contre l'eau, qui leur sert de point d'appui, ajoute à la rapidité du mouvement qui doit les abaisser vers le fond ou les élever vers la surface de l'eau : selon leur desir & leur instinct, qui met en jeu le mécanisme de leurs muscles & de leurs nerfs.

588. PROBLÈME IV. *Expliquer les mouvemens des Nageurs.*

SOLUTION. Le Corps humain n'a pas beaucoup plus de pesanteur spécifique, que l'eau. Il ne faut donc qu'une petite force, pour le soutenir sur l'eau, ou pour l'empêcher de descendre au fond : puisqu'il ne tend au fond de l'eau, que par l'excès de pesanteur spécifique, qu'il a sur un égal volume d'eau.

II°. En s'étendant horizontalement sur la surface de l'eau, & en dilatant autant qu'il le peut ses poumons, le Nageur répond au plus grand nombre possible de colonnes liquides propres à les supporter. Il s'enfonceroit cependant par son petit excès de pesanteur spécifique : s'il n'appelloit l'art ou la nature à son secours.

III°. Le mouvement des pieds & des mains, fait chez les Nageurs : ce que fait le mouvement des rames chez les Bateliers, le mouvement des nageoires chez les Poissons. En frappant rapidement l'eau avec les pieds & avec les mains, dans une direction perpendiculaire à l'horison, les Nageurs impriment continuellement à leur corps, un *Mouvement vertical* ; qui détruit à chaque instant le mouvement central, qu'occasionneroit leur excès de pesanteur spécifique

fique sur l'eau : de - là leur suspension sur l'eau. Comme l'eau rapidement frappée est pour les Nageurs un point d'appui : cette eau frappée de droite à gauche , par exemple , leur imprime un mouvement de gauche à droite. De là, leur mouvement dans toute direction sur l'eau. (302).

Pour rendre plus sensible l'action des Nageurs : supposons un homme assis sur le bassin d'une grande Balance , mobile en tout sens , & élevée d'un pied au-dessus du plancher d'une chambre. Que cet homme pese 150 livres , tandis que le bassin opposé n'est chargé que de 145 livres. Il est clair que le bassin qui porte cet homme , doit tendre vers le plancher par son excès de pesanteur , qui est de cinq livres : le reste de son poids étant détruit par le poids opposé.

Mais que cet homme frappe incessamment le plancher avec les pieds ou avec les mains ! Il s'imprimera incessamment un mouvement opposé à sa gravitation : mouvement qui le soutiendra en l'air au-dessus du plancher ; & le mouvra ou à droite ou à gauche , toujours dans un sens opposé à la percussion tantôt perpendiculaire & tantôt oblique à l'horizon. C'est l'image d'un Nageur étendu sur l'eau : par l'action de ses pieds & de ses mains , il détruit sans cesse son excès de gravitation ou de pesanteur ; & il se donne tels mouvemens qu'il lui plaît.

IV°. Mais si l'épuisement de force , ou quelque autre accident funeste , empêche & suspend dans le Nageur , le mouvement nécessaire pour le soutenir & pour le conduire sur l'eau : livré à son excès de pesanteur spécifique , que rien ne combat & ne détruit , il descend au fond de l'eau ; & il y perd la vie.

V°. Il est plus facile de nager dans la Mer , que dans une Riviere : parce que l'eau de la mer étant notablement plus pesante que l'eau des rivières , elle fait équilibre avec une plus grande partie de la pesanteur du Corps humain ; & laisse un moindre poids à soutenir , à l'art & à l'effort du Nageur. Par exemple , supposons qu'un Nageur pesant 150 livres , déplace & élève , en s'enfonçant dans l'eau , deux pieds cubes d'eau ; & que le pied cube d'eau de mer , pese 73 livres : tandis que le pied cube d'eau de riviere , n'en pese qu'environ 70.

Ce Nageur , plongé dans une eau de riviere , perdra 140 livres de son poids ; & il lui restera dix livres de son poids à soutenir par son art. Ce même Nageur , plongé dans une eau de mer , perdra 146 livres de son poids ; & il n'aura à soutenir par son art , que quatre livres de son poids. Il lui faudra donc plus d'effort pour se soutenir sur l'eau , dans le premier cas , que dans le second.

VI°. En général, les hommes & les animaux nagent d'autant plus facilement, qu'ils sont plus gras : parce que, à égalité de volume, les graisses pesent moins que les os. Un sujet approche donc d'autant plus de la pesanteur spécifique de l'eau, qu'il a moins d'os & plus de graisse.

589. REMARQUE. Il est à propos de faire ici sur les Noyés, deux observations générales qui peuvent intéresser également & la Physique & l'Humanité.

I°. Les Noyés ne sont point étouffés par l'eau qu'ils avalent : car il en entre fort peu dans leur estomac, & point du tout dans leur poitrine. Ce qui les fait périr, c'est la suffocation, ou le défaut de respiration. Mais la mort n'est pas également prompte dans tous les Noyés. On en a vu qui, après avoir été ensevelis 12, 15, 20 heures, au fond d'une rivière, en ont été tirés morts en apparence, pleins de vie en réalité.

II°. Quoique l'Air soit nécessaire à la vie animale : la quantité d'air qui se trouve enfermée dans les poumons des Noyés, est capable d'entretenir quelquefois pendant un tems assez long, un foible mouvement dans le cœur & une lente circulation dans le sang. De-là, un principe de vie, qui n'a besoin que d'être aidé & fortifié : pour remettre en jeu & en action, tout le mécanisme physique du Corps humain ; & pour y rétablir en peu de tems, toute l'économie animale.

On conçoit combien il est important de ne pas désespérer trop promptement de la vie des Noyés. Il est certain qu'en ce genre, on regarde souvent comme morts, des sujets qui ne le sont point ; & qui ne périssent que faute de secours. Nous laissons aux Personnes expérimentées, le soin d'apprendre au Public, quels sont les secours les plus efficaces & les plus convenables, dans ces sortes d'accidens.

590. PROBLÈME V. *Expliquer pourquoi certains Corps, enfoncés dans l'eau, sont si faciles à élever jusqu'à la surface de l'eau. (Fig. 72).*

SOLUTION. I°. Soit un grand Seau *D*, garni de cercles de fer, qui plongé dans l'eau, ait un excès de pesanteur, égal à 10 livres : ce Seau ira au fond du puits.

Que ce Seau, tant par son poids propre, que par le poids de l'eau dont il est rempli, pese hors de l'eau deux quinaux ! Pour l'élever jusqu'à la surface du puits, il ne faudra qu'une force égale à 10 livres : parce que le reste du poids est élevé par la pression en tout sens, des Colonnes liquides adjacentes. (584).

Mais pour élever ce même Seau, toujours rempli d'eau ; au-dessus de la surface du puits ; il faudra une force égale à 200 livres : parce que les Colonnes aqueuses n'agissent plus contre le seau, pour l'élever ou pour le soutenir au-dessus de la surface de l'eau.

II°. Soit un *Pied cube d'étain*, suspendu par une ficelle dans un puits. Ce pied cube d'étain, pesant environ 512 livres en plein air, perdra 70 livres de son poids dans l'eau, & reprendra tout son poids hors de l'eau. Donc la Puissance qui fera effort pour l'élever, aura à vaincre 70 livres de plus : quand le cube d'étain D passera de l'eau dans l'air.

#### QUATRIÈME LOI.

591. *Si on mêle ensemble plusieurs Liquides de différente pesanteur spécifique, & qui n'aient pas une affinité marquée l'un pour l'autre : ces Liquides se séparent, par leur diversité de pesanteur.*

*Le plus pesant se place au fond : le plus léger, à la surface : les autres, dans l'entre-deux : selon l'ordre de leurs diverses pesanteurs spécifiques.*

DÉMONSTRATION. Si dans une même Phiole de verre, on mêle & on agite ensemble, du mercure, de l'huile de tartre, de l'esprit-de-vin, de l'esprit de térébenthine, & de l'air :

I°. Quand ces Liquides ou Fluides de différente pesanteur, n'auront plus que leur mouvement de gravitation propre : ils se sépareront & se placeront en couches concentriques l'un sur l'autre, selon l'ordre de leurs pesanteurs spécifiques ; le mercure au fond, l'huile de tartre immédiatement au-dessus ; après celle-ci l'esprit-de-vin, l'esprit de térébenthine ensuite, l'air au dessus de tout.

Et si l'on renverse plusieurs fois la Phiole, en l'agitant : dès qu'on la rend au repos, chacune de ces liqueurs reprend sa place, mais le mercure & l'huile de tartre plus promptement que les autres. Donc l'expérience constate & démontre cette quatrième Loi de l'Hydrostatique.

II°. La raison de ces Phénomènes, c'est que dans ces différents Liquides, chaque élément ayant sa gravitation à part, & cette gravitation étant différente dans chaque espèce de Liquide : l'élément plus pesant tend à descendre avec plus de force, que l'élément moins pesant (584) ; & par son excès de pesanteur, force l'élément moins pesant, à s'élever vers la surface. C. Q. F. D.

592. REMARQUE. Il y a certains Liquides de différente pesanteur spécifique, qui intimement mêlés ensemble, ne

H h ij



se séparent point les uns des autres. La raison en est, que ces Liquides ont entre eux une *Affinité* ou une *Attraction* spéciale, qui détruit la force par laquelle leur différence de pesanteur tend à les séparer. Par exemple,

I°. L'Or & l'Argent, fondus dans un même creuset, restent unis & mêlés dans l'état liquide, comme ils l'étoient dans l'état solide; & ne se séparent point, en se refroidissant tranquillement.

L'*Affinité* ou l'*Attraction* spéciale qui regne entre les molécules de l'or & de l'argent, a plus de force pour les tenir unis, que leur différente pesanteur n'en a pour les séparer. Ce n'est que par le moyen des Menstrues ou des Dissolvans, qu'on peut opérer la séparation de ces deux Métaux alliés ensemble. (117).

II°. L'eau est un peu plus pesante que le vin. Si on prend un *Verre à double fond*, dont les deux capacités, l'une supérieure & l'autre inférieure, n'aient qu'une très petite ouverture de communication; & qu'on emplisse de vin la capacité inférieure, & d'eau la capacité supérieure: on verra ces deux Liquides changer de place. On verra une colonne de vin monter, & une colonne d'eau descendre parallèlement, par la petite ouverture de communication: jusqu'à ce que l'eau ait pris toute la place du vin. Les colonnes d'eau plus pesantes, forcent les colonnes de vin plus légères, à s'élever vers la surface.

Mais si une fois ces deux Liquides se trouvent intimement mêlés ensemble: leurs élémens unis contractent une adhérence qui fait que l'excès de pesanteur des uns, n'est plus capable de les séparer des autres, ou ne les sépare que très-difficilement & très-imparfaitement.

III°. Quoique certains Sels aient beaucoup plus de pesanteur spécifique, que l'eau; cependant ils ne se séparent point de l'eau, par leur pesanteur spécifiquement plus grande: parce que la *Force d'affinité*, entre l'eau & certains sels, est plus grande que la *Force* née de l'excès de pesanteur de ces sels, sur celle de l'eau. (105).

#### CINQUIÈME LOI.

393. Si dans des Tubes communicans & non capillaires, on met des Liquides de différente densité ou de différente pesanteur spécifique: il y aura équilibre entre les colonnes opposées; quand leurs hauteurs seront en raison inverse des pesanteurs spécifiques des liquides. (Fig. 75).

DÉMONSTRATION. Soient deux Liquides dont les pesanteurs spécifiques soient entre elles, environ comme 1 est à

14, l'Eau & le Mercure. Soit aussi un Tube recourbé ABCD, ouvert en A & en D, par-tout d'égal diametre, & perpendiculaire à l'horison.

I°. Que l'on verse d'abord une quantité indéterminée de Mercure, en BHC. Que l'on verse ensuite en A une quantité d'eau, jusqu'à ce que le mercure s'élève en D, à un pied au-dessus de la base BC.

On trouvera que la *Colonne CD de mercure*, d'un pied de hauteur, fait équilibre avec une *Colonne d'eau AB*, d'environ quatorze pieds de hauteur. Le Liquide quatorze fois plus léger, a une hauteur quatorze fois plus grande : le Liquide quatorze fois plus pesant, a quatorze fois moins de hauteur. Donc l'équilibre, entre deux Liquides d'inégale pesanteur, a lieu : quand leurs hauteurs sont en raison inverse de leurs densités ou de leurs pesanteurs spécifiques, comme le marque la cinquieme Loi que nous avons à établir.

La raison en est, que ces deux Forces opposées AB & DC ont une même masse, & une même vitesse, ou une même tendance à la vitesse. Elles doivent donc être en équilibre : par la même raison qu'une livre de plomb sur le bassin d'une balance, fait équilibre avec une livre de liege ou de coton sur le bassin opposé.

II°. Si les deux branches AB & BC du Tube, sont d'inégale capacité : il y aura encore équilibre entre les Colonnes d'eau & de mercure ; quand la colonne d'eau sera environ quatorze fois plus haute que celle de mercure. La raison en est, qu'autant que l'une des deux colonnes perdra en masse, dans un tube plus étroit : autant elle y gagnera en vitesse, ou en tendance à la vitesse. (571).

Si la Colonne CD de mercure, est renfermée dans un tube d'une capacité vingt fois moindre que celle du tube AB : cette colonne DC tendra à se mouvoir & à descendre avec vingt fois plus de vitesse, que la colonne opposée AB. Elle gagnera donc, en augmentation de vitesse ou de tendance à la vitesse, ce qu'elle perd en diminution de masse. De-là, l'équilibre entre ces deux colonnes, au même point précisément de hauteur où doit avoir lieu l'équilibre : quand les deux Colonnes opposées sont d'égal diametre.

III°. Si dans plusieurs Tubes communicans, on met des Liquides de différente pesanteur spécifique ; du mercure en RH, de l'eau en AB, de l'huile en ZS, de l'esprit de-vin en DF : il y aura équilibre entre toutes ces Colonnes ; quand chacune aura d'autant plus ou d'autant moins de hauteur perpendiculaire, que le Liquide dont elle est composée, aura plus ou moins de pesanteur spécifique. (Fig. 79).

La colonne de mercure aura environ 14 fois moins de

hauteur que la colonne d'eau : la colonne d'eau, un peu moins que la colonne d'huile ; la colonne d'huile, un peu moins que la colonne d'esprit-de-vin.

La raison en est, qu'il ne peut y avoir équilibre entre toutes ces Forces ou Puissances opposées : que dans le cas où le produit de la masse par la vitesse, est égale dans chacune ; & que ce produit de la masse par la vitesse, ne peut être égal dans toutes ces colonnes opposées, que dans le cas où l'inégalité des hauteurs, compense l'inégalité des densités ou des pesanteurs spécifiques. C. Q. F. D.

594. REMARQUE. Nous ferons voir ailleurs que l'*Air est un fluide soumis aux mêmes Loix que les Liquides* : qu'il presse en tout sens, en raison composée de sa hauteur & de sa base : qu'une Colonne d'air fait équilibre par sa pesanteur propre, avec une Colonne de mercure d'environ 28 pouces ; ou avec une Colonne d'eau d'environ 32 pieds de hauteur. (628, 634, 637).

#### PHÉNOMÈNES DES TUBES CAPILLAIRES.

595. DÉFINITION. On nomme *Tubes capillaires*, des tubes dont le canal est très-petit. Ce nom leur vient sans doute de la ressemblance qu'ils peuvent avoir avec des crins ou avec des cheveux, qui sont comme des canaux creux dans toute leur longueur, & capables de donner passage à certaines humeurs : *Tubi, capillorum instar tenues*. Il ne s'ensuit pas néanmoins de cette comparaison, que tous les Tubes capillaires doivent avoir & la petitesse & la forme d'un crin ou d'un cheveu.

I°. La *grosseur des Tubes capillaires*, n'est point limitée, à beaucoup près, à celle d'un crin ou d'un cheveu. Ceux dont on se sert communément pour les expériences, sont beaucoup moins menus ; & les effets qui sont propres à ces sortes de tuyaux, se laissent encore appercevoir, quand ces tubes ont deux lignes & même deux lignes & demie de diamètre vuide.

II°. La *forme des Tubes capillaires*, est tout à fait indifférente. Deux plans de cuivre, de marbre, de verre, ou de telle autre matière qu'on voudra, qui s'approchent parallèlement à une distance convenable, produisent les mêmes effets qu'une suite de petits tuyaux isolés ; & tous les corps spongieux, ou assez poreux pour admettre des liqueurs, peuvent être regardés comme des assemblages de Tubes capillaires.

Comme les Tubes capillaires semblent déroger à quelques

*Loix fondamentales de l'Hydrostatique*; & que leur Mechanisme physique paroît influencer infiniment dans la végétation des Plantes: il est de la dernière importance de donner une idée nette & précise, & de leur nature, & de leurs effets.

596. EXPÉRIENCE I. Soit un assez profond Bassin, rempli d'eau, ou de vin, ou d'huile, ou de tel autre liquide qu'on voudra: à l'exception du mercure & des métaux fondus.

I°. Si on plonge dans ce bassin, un *Tube non capillaire*, ouvert par les deux bouts; le Liquide s'élève précisément dans le tube, à la même hauteur qu'il a dans le bassin; ou se met de niveau dans le bassin & dans le tube: ce qui est conforme à la première Loi précédente. (571).

Mais si dans le même bassin, on plonge un *Tube capillaire*; le Liquide s'élève dans le tube capillaire, au-dessus du niveau du bassin: ce qui annonce évidemment l'influence d'une *Cause physique*, connue ou inconnue, qui n'agit point dans le tube non capillaire.

II°. Si dans le même bassin, on plonge deux *Tubes capillaires*, d'inégal diamètre & d'inégale capacité: le Liquide s'élève dans l'un & dans l'autre, au-dessus de son niveau.

Mais l'élévation au-dessus du niveau, est d'autant plus grande; que le diamètre vuide du tube, est plus petit: en sorte qu'elle paroît être en raison inverse des diamètres; par exemple, deux fois plus grande, dans un tube dont le diamètre est deux fois plus petit.

III°. Pour que le Liquide du bassin, monte dans les Tubes capillaires, au-dessus du niveau: il n'est pas nécessaire que ces Tubes s'enfoncent dans le liquide: il suffit qu'ils l'atteignent & le touchent.

597. EXPÉRIENCE II. Si on plonge également un même *Tube capillaire*, dans différens Liquides; par exemple, dans l'urine, dans l'esprit-de-vin, dans l'esprit-de-nitre, dans l'eau salée, dans l'huile de vitriol: l'urine s'élèvera au-dessus du niveau, plus que l'huile de vitriol; l'huile de vitriol, plus que l'eau salée; l'eau salée, plus que l'esprit-de-nitre; l'esprit-de-nitre, plus que l'esprit-de-vin.

D'où il résulte que ces Liqueurs ne s'élèvent pas dans les Tubes capillaires, en raison inverse de leur densité: puisque l'esprit-de-vin, qui est le plus léger de tous ces liquides, est celui qui s'élève le moins.

598. EXPÉRIENCE III. Soient plusieurs Tubes communicans ensemble, dont un seul R H soit capillaire. (Fig. 79).

I°. Si l'on verse de l'eau, ou du vin, ou de l'huile, ou tel autre liquide semblable, dans le Tube A ou Z ou D: ce

H h iv

Liquide se mettra de niveau dans les trois Tubes non capillaires A, Z, D.

Mais ce liquide s'éleva dans le *Tube capillaire RH*, au-dessus du niveau CD; & il s'éleva d'autant plus au-dessus de ce niveau, que le diamètre du Tube capillaire sera plus petit.

II°. Si, au lieu des Liquides dont on vient de parler, on verse du Mercure dans le Tube A ou Z: le Mercure se mettra de niveau dans les trois tubes non capillaires A, Z, D.

Mais loin de s'élever dans le *Tube capillaire RH*, au-dessus du niveau CD: le Mercure ne s'éleva pas même jusqu'au point C; & il restera d'autant plus au-dessous du niveau C, que le Tube capillaire RH aura moins de diamètre & de capacité.

La même chose aura lieu: si, au lieu de mercure, on verse de l'étain ou du plomb fondu dans les Tubes non capillaires; & il est plus que vraisemblable que les autres métaux fondus seroient dans le même cas que l'étain & le plomb.

599. ASSERTION. *Les phénomènes des Tubes capillaires, ont une Cause physique, connue ou inconnue, qui altere la simple & paisible gravitation des Liquides dans ces Tubes.*

DÉMONSTRATION. Selon les Loix de la simple & paisible gravitation: tous les Liquides homogènes doivent se mettre de niveau. (571 & 584).

Donc les Liquides qui se placent au-dessus ou au-dessous du niveau, doivent nécessairement, ou être exaltés au-dessus du niveau, par une cause qui les élève de concert avec la gravitation des Colonnes opposées; ou être retenus au-dessous du niveau, par une cause qui lutte contre la gravitation des Colonnes opposées: quelle que soit en elle-même cette cause, connue ou inconnue, unique ou non unique. C Q. F. D.

600. REMARQUE. Comme la *Cause physique*, qui donne lieu aux phénomènes des Tubes capillaires, n'est peut-être point encore suffisamment connue, ou suffisamment décelée & déterminée: nous nous dispenserons ici d'en parler. On pourra voir, si l'on veut, ce que nous en disons dans notre Cours complet de Physique.




 SECONDE SECTION.

## ORIGINE DES FONTAINES.

601. OBSERVATION. **L**ES Fontaines forment les rivières : les rivières se convertissent en fleuves : les fleuves vont se décharger dans le sein des mers, & les dédommager des pertes que leur cause l'Evaporation.

Mais où sont ces *Réservoirs éternels & inépuisables*, qui, depuis le commencement des tems, fournissent de leur plénitude, des eaux toujours nouvelles à cette étonnante multitude de fleuves immenses, qui après avoir fertilisé de vastes contrées dans tout le monde connu, vont se perdre & s'abîmer sans retour dans l'avare Océan?

Telle est l'intéressante spéculation, qui a toujours piqué la curiosité des hommes accoutumés à réfléchir. De-là divers Systèmes, qui ont pour base la Distillation, la Filtration, l'Evaporation des eaux de la Mer.

## SYSTÈME DE LA DISTILLATION.

602. SYSTÈME I. Descartes fit du Globe terrestre, un Alambic chymique (170), destiné à *distiller* persévéramment les eaux de la mer.

Le centre de la Terre, fut un *immense Fourneau*, rempli d'un feu indestructible, toujours agissant & toujours captivé par des couches concentriques d'un roc inaltérable. Au-dessus de ces couches de roc échauffé & embrasé, se trouvoient d'*immenses Cavernes*, qui communiquoient avec l'Océan; & dont les eaux échauffées & réduites en vapeurs, étoient poussées avec violence à travers les pores de la terre & des rochers, comme par autant de Tuyaux capillaires, jusques sur la surface la plus élevée du Globe terrestre : d'où elles couloient ou jaillissoient en fontaines.

RÉFUTATION. Il ne faut rien moins que le nom du grand Descartes, pour rendre ce *système de la Distillation*, digne d'être réfuté sérieusement.

1°. Quelle chimère que ce feu central! Quelle en est la nature? Quel en est l'aliment? Comment ne s'éteint-il pas, s'il n'a point de communication avec l'air? Et s'il a communication avec l'air; comment ne s'échappe-t-il pas de ses profondes prisons, avec une horrible explosion: comme font les feux des Volcans, & les feux qui font sauter les fortifications d'une Place? (499 & 500).

II°. Dans un Alambic chymique, la vapeur se convertit en eau : dès qu'elle atteint le Réfrigérant. (169). Comment les Vapeurs échappées des profondes Cavernes qui font la fonction de Cucurbites au-dessus du Feu central, ne perdront-elles pas leur état de vapeur : en passant à travers les immenses & très-froides couches de terre, qui séparent ces cavernes de la surface du globe ?

Et si le froid qu'a naturellement l'intérieur de la Terre, convertit en eau ces vapeurs ; comme il doit inévitablement le faire : quelle *Force physique* les élèvera, à travers les entrailles de la Terre, contre leur gravité & contre la résistance des passages, jusqu'à la surface des plus hautes montagnes du monde ; où elles vont donner naissance aux Rivières & aux Fleuves ?

III°. En visitant l'intérieur de la Terre, en excavant les Mines de marbre, de sel, d'or, d'argent, de cuivre, de plomb, de fer, de charbon, on a toujours & par-tout observé que l'*Eau descend*, de la surface vers le centre ; & jamais qu'elle monte, du centre vers la surface : ce qui achève de détruire de fond en comble un Système ruineux, qui devoit peu flatter la Nature ; en l'affervissant, dans un de ses plus grands ouvrages, au triste & pénible mécanisme d'un Laboratoire chymique.

#### SYSTÈME DE LA FILTRATION.

603. SYSTÈME II. Quelques Physiciens ont imaginé un autre système non moins défectueux, pour donner naissance aux fontaines & aux rivières ; savoir, la *Filtration* des eaux de la Mer, à travers la masse de la terre.

I°. Ils ont supposé que les eaux de la Mer, se distribuoient de toute part dans les entrailles de la Terre, par une foule innombrable de *Canaux ramifiés*, de différentes figures & de différentes grandeurs. Et comme c'est le propre de tous les Liquides de se mettre par-tout de niveau : les eaux de la Mer tendent par-tout à s'élever, ou par des canaux de communication, ou par les pores de la terre & des sables & des pierres spongieuses, jusqu'à la hauteur qu'elles ont sur les rivages qui les captivent.

Quand ces eaux se portent & s'élèvent au sein des Continens, par des Canaux de communication droits ou tortueux, sans s'infiltrer à travers des matières propres à leur enlever leur sel : elles conservent leur saure. De-là, disent-ils, les *Sources salées*.

Mais quand ces eaux s'infiltreront à travers des matières propres à donner passage à la substance aqueuse, & à refuser

passage à la substance saline : elles s'élevent à travers les terres , au sein des Continens , jusqu'à la hauteur de la surface de la mer , dépouillées de leur salure. De-là , ajoutent-ils , les *Sources d'eau douce* , dans les Continens dont la surface n'est pas plus haute que celle de la mer.

II°. Quant aux *Sources d'eau douce* qui , dans tous les Continens , se trouvent considérablement au-dessus de la surface de la mer : ils supposent que les eaux qui les forment , élevées d'abord dans les entrailles de la terre jusqu'au niveau de la mer , par la pression des Colonnes d'eau marine , sont ensuite exaltées au-dessus de ce niveau par des  *Tubes capillaires* , qui les portent tellement quellement jusqu'à la surface la plus élevée des Continens : d'où elles coulent ensuite dans les contrées plus basses , par leur gravitation propre.

De-là , les *Sources d'eau douce* , qui donnent naissance aux torrens , aux rivières , aux fleuves , dans les Contrées terrestres qui sont considérablement plus élevées que la surface de la mer.

RÉPUTATION. Le système de la Distillation , porte sur le fabuleux : le système de la Filtration , porte à la fois & sur le fabuleux & sur le chimérique.

I°. Quelle fable que ces *Canaux de communication* , qui du fond ou des bords de la mer , vont s'épanouir de toute part en ramifications , dans les entrailles de la Terre ? En creusant à d'immenses profondeurs , dans le sein de la terre , a-t-on jamais découvert de semblables canaux ? Si on a lieu de soupçonner que certaines mers , telles que la mer Caspienne , communiquent par de grands Canaux souterrains avec d'autres mers : est-ce une raison suffisante pour supposer , contre mille & mille expériences , de semblables canaux dans toutes les parties du Globe terrestre ?

II°. Le fond de la Mer , est presque par-tout revêtu d'une  *Matière visqueuse & glutineuse* , qui y forme comme une espèce de Mastic propre à refuser passage à l'eau ; & à empêcher son infiltration à travers les terres & les rochers qui composent le Globe terrestre.

III°. Il consiste par l'expérience , que l'eau de la mer , en s'infiltrant à travers tant de terre ou de sable qu'on voudra , ne perd jamais toute son amertume & toute sa salure : que la  *partie de son Sel* , qu'elle perd en passant à travers ces tas de sable & de terre , reste adhérente aux matières qui l'en déponillent ; & que ces matières , chargées de sel marin , communiquent une salure à l'eau douce qui s'infiltré dans leur sein. D'où il s'ensuit ,



En premier lieu, que l'eau de la mer ne peut pas perdre toute sa Salure, par cette fabuleuse infiltration : ou que si elle la perd, elle la donne aux substances à travers lesquelles elle s'infiltre, & qui la rendront à l'eau qui la fuit.

En second lieu, que si l'eau de la mer se dépouilloit réellement de sa salure, en s'infiltrant à travers la terre : il faudroit que les Canaux infiltrateurs reçussent autant de sel, que l'eau en dépose. Et comme l'eau de la mer, prise dans sa généralité, contient au moins un trentième de Sel : il faudroit que l'eau de la mer, en s'infiltrant & en se dessalant sans cesse dans l'intérieur de la Terre, déposât & laissât dans son sein, tous les trente ans, une masse de sel, égale à la masse d'eau que tous les fleuves du monde vont porter chaque année au sein des mers : ce qui est évidemment faux & absurde.

IV°. Ce système est principalement fondé sur la propriété qu'a l'eau de s'élever au-dessus de son niveau, par le moyen des Tubes capillaires. Or que peut-on imaginer de plus frivole, de plus ruineux, de plus mal vu, qu'un tel fondement, qu'une pareille ressource !

Il est certain d'abord que l'Eau, dans les Tubes capillaires, ne peut s'élever, en vertu de la pression des Colonnes communicantes, plus haut qu'elle ne s'élève dans le Vide ; c'est-à-dire, à environ trente-deux pieds au-dessus de son niveau. Il y a bien loin de 32 pieds, à mille ou deux mille toises d'élévation au-dessus du niveau de la mer : où elle va donner naissance aux plus grands fleuves du monde.

Ensuite, quand même l'Eau pourroit s'élever à cette hauteur par le moyen des Tubes capillaires ; il ne s'ensuivroit pas de-là qu'elle pût y former des Fontaines coulantes ou jaillissantes : puisque l'expérience nous apprend de concert avec la théorie, que l'eau qui s'élève au-dessus du niveau, dans un tas de sable, dans des matières poreuses & spongieuses quelconques, n'a jamais & ne peut jamais avoir d'écoulement.

Tout est donc fabuleux ou chimérique, dans les systèmes de la Distillation & de la Filtration. Quel préjugé favorable en faveur du système de l'Evaporation, que nous allons exposer & établir.

#### SYSTÈME DE L'ÉVAPORATION.

604. SYSTÈME III. Tous les Physiciens de nos jours ont enfin adopté, sur l'origine des Fontaines & des Rivières, le vrai système de la Nature ; celui qui leur donne pour principe, l'Evaporation des eaux de la mer, des lacs, des rivières : évaporation d'où résultent les Pluies & les Neiges. Il

est singulier que les Vérités les plus simples, les plus palpables, trouvent si difficilement un accès favorable dans l'esprit humain !

Dans le *système de l'Evaporation*, qui ne mérite le nom de système, qu'autant qu'il présente un petit enchaînement de Faits certains & de conséquences indubitables :

I°. L'Eau de la mer, des fleuves, des lacs, des étangs, s'élève en vapeurs dans l'Athmosphère ; & donne naissance aux Nuages, qui se résolvent en pluie ou en neige.

II°. L'Eau des pluies & des neiges, ou coule extérieurement sur la surface de la terre, ou s'infiltré dans la terre jusqu'à une certaine profondeur : communément elle coule en partie au dehors, & elle s'infiltré en partie au dedans de la terre. Celle qui coule sur la surface de la terre, produit rapidement & passagèrement des alluvions : celle qui s'infiltré dans les entrailles de la terre, y emplit en mille & mille endroits, de grandes cavités, d'où elle s'échappe successivement avec économie par des ouvertures plus ou moins grandes.

De grands réservoirs & de grands canaux d'écoulement, donnent naissance aux Sources plus copieuses & plus abondantes. Les petites Sources ont pour origine, ou de petits bassins, ou de petits canaux communicans avec de grands bassins. (580 & 581).

III°. L'Eau des pluies & des neiges, comme nous le démontrerons bientôt, est beaucoup plus que suffisante pour entretenir persévérément toutes les Rivieres du monde, dans l'état où nous les voyons. Il est donc absurde d'imaginer d'autres causes fabuleuses ou chimériques, pour expliquer l'origine des différentes Sources qui les forment.

IV°. Pour bien envisager ce Système, il faut observer que les grands Fleuves prennent leur origine dans les contrées les plus élevées des Continens : que leur volume d'eau, est presque toujours fort peu considérable, dans leur source primordiale : qu'ils vont se décharger dans la mer, enrichis des eaux de toutes les vastes contrées qu'ils parcourent.

Dans les Climats plus chauds, où la neige est inconnue ; la Pluie qui tombe sur une contrée, s'infiltré en grande partie dans la terre, où des lits de terre glaise forment comme un mastic propre à l'empêcher de pénétrer trop avant. Cette Eau, selon les Loix de l'Hydrostatique, en s'écoulant lentement à travers les sables, les pierres poreuses, les terres argilleuses, passe successivement des contrées les plus élevées, dans les contrées les plus basses. Par exemple, abstraction faite des montagnes, supposons que la Franche-Comté soit par-tout plus élevée que la Bresse ;

la Bresse, que le Lyonnais ; le Lyonnais, que le Dauphiné ; le Dauphiné, que la Provence. En s'infiltrant simplement dans les terres, la Pluie qui tombe sur ces Contrées, ira former des sources & des rivières toujours croissantes, de Franche-Comté en Bresse, en Dauphiné, en Provence.

Dans les Pays plus froids, hérissés communément de montagnes plus ou moins élevées, la Neige qui y subsiste une grande partie de l'année, & en certains endroits pendant toute l'année, se fond dans les grandes chaleurs ; & distribue aux contrées inférieures une grande quantité d'eau, dans la saison où l'Évaporation plus abondante dessèche trop promptement la surface de la terre.

V°. Dans les Contrées montueuses, se trouvent de *grands Buffins*, les uns dans l'intérieur & les autres sur la surface de la terre. Là s'amassent les eaux des pluies & des neiges, d'où elles coulent peu à peu par mille & mille canaux souterrains, dans les lieux inférieurs ; où elles forment des Sources permanentes, les unes plus & les autres moins abondantes. (609).

#### PROPOSITION.

605. *Toutes les Sources du monde, douces ou salées, ont uniquement pour origine, l'eau des Pluies & des Neiges.*

DÉMONSTRATION. La simple exposition de cette Vérité physique, suffit pour en faire sentir l'évidence. Il est clair que les fontaines, les rivières, les fleuves, toutes les sources qui ont un écoulement, doivent leur origine à la *Cause physique & sensible*, dont l'expérience nous fait appercevoir l'influence ; à la *Cause constante & permanente*, qui produit indubitablement leur augmentation ou leur diminution ; à la *Cause simple & seconde*, qui seule satisfait d'une manière plausible, à tous les phénomènes que nous présente l'origine des sources.

Or telle est évidemment l'eau des pluies & des neiges : comme nous venons de l'expliquer ; & comme nous le ferons encore mieux voir & sentir, en réfutant avec triomphe, & les vaines difficultés qu'on oppose, & les futiles chimères qu'on substitue, à cette Vérité physique. C.Q.F.D.

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

606. OBJECTION I. A qui persuadera-t-on que la petite quantité de pluie, qui tombe chaque année sur la terre, suffise pour fournir l'immense quantité d'eau que tous les fleuves du monde portent chaque jour dans le sein des mers ?

RÉPONSE. On persuadera ce *Fait certain*, à quiconque est capable de saisir une démonstration solide, fondée & sur l'expérience la plus sensible & sur le calcul le plus simple.

I°. Il conste *par l'Expérience*, qu'il tombe en France; chaque année, une quantité de pluie, égale à une couche d'environ vingt pouces de hauteur: ce que l'on connoît facilement, en recevant dans des bassins convenables, l'eau de pluie; & en tenant registre, toutes les fois qu'il pleut, de la quantité d'eau qu'a donné la pluie qui vient de finir. Supposons, pour mettre les choses au plus bas, qu'au lieu de vingt pouces, il n'en tombe, dans une année, que douze pouces.

II°. Il conste *par le Calcul*, qu'une couche de pluie de 12 pouces de hauteur, sur toute la France, est plus que suffisante pour fournir à tous les Fleuves de France, la quantité d'eau dont ils vont chaque jour faire hommage à la Mer. Prenons pour exemple général, la Seine; & comparons la *quantité de pluie* qu'elle ramasse dans son cours depuis ses différentes sources jusqu'à Paris, avec la *quantité d'eau* qui s'écoule chaque année sous le Pont-Royal à Paris.

La Seine arrive à Paris, enrichie de toutes les eaux de pluie qui tombent sur une surface d'environ 60 lieues de longueur sur 50 de largeur: ce qui donne une surface de trois mille lieues quarrées. En supposant la Lieue, en nombres ronds, de 2200 toises de longueur: la *Lieue quarrée* contiendra 4840000 toises quarrées. La *Toise quarrée* contenant 36 pieds quarrés: 4840000 toises quarrées donneront 174240000 pieds quarrés de surface pour une seule Lieue quarrée. Une lieue quarrée contenant 174240000 pieds quarrés de surface: 3000 lieues quarrées donneront 522,720,000,000 *Pieds quarrés* de surface; qui auront chacun un pied cube d'eau par an, à fournir à l'écoulement de la Seine sous le Pont-Neuf & sous le Pont-Royal.

Il reste maintenant à examiner quelle quantité d'eau s'écoule chaque année sous le Pont-Royal; & c'est aussi ce qui a été observé avec le plus grand soin, par quelques-uns de Messieurs de l'Académie des sciences. En observant la Seine dans une hauteur moyenne, M. Mariotte a trouvé qu'il passoit sous le Pont-Royal environ 200000 pieds cubes d'eau par minute: ce qui donne 12000000 pieds cubes par heure; 188000000 pieds cubes par jour; 105,120,000,000 *Pieds cubes* par an.

D'où il résulte que la somme d'eau de pluie, en n'en supposant que douze pouces par an, est au moins quatre fois plus grande que la somme d'eau qui coule à Paris dans la Seine,

& qu'en généralisant cette observation, on trouvera que les Pluies fournissent aux Rivieres une quantité d'eau surabondante à leur écoulement.

Il est clair qu'on ne peut avoir aucune raison de suspecter l'exactitude de l'observation dont nous venons de parler. Un Académicien éclairé, qui fait ses observations devant des Personnages éclairés comme lui, sur des objets bien sensibles, ne peut tomber que dans de petites erreurs sans conséquence. Mais pour lever tout scrupule en ce genre ; supposons qu'on ait diminué considérablement, dans cette observation, le volume d'eau qui coule dans la Seine : supposons, si on le veut, que l'on se soit trompé de moitié en diminution ! La *quantité d'eau* que donnent les pluies, excédera encore de moitié, celle qui coule dans la Seine.

III°. On peut appliquer le même calcul à tel autre Fleuve du monde qu'on voudra, au Pô, par exemple. Selon le célèbre de Buffon, ce fleuve, enrichi des différentes rivieres qu'il reçoit dans son sein, porte à la Mer, les eaux de pluie qui tombent sur une surface d'environ 45600 *Milles quarrés* ; & il ne donne à la mer qu'un Mille cubique d'eau en 26 jours : ce qui fait environ 14 *Milles cubiques* d'eau par an.

On trouvera aisément par le calcul, que les pluies ordinaires sont de beaucoup plus que suffisantes pour fournir ce fleuve, l'énorme volume d'eau qu'il décharge dans la mer.

Car le volume d'eau que le Pô porte à la mer, est d'environ 1,750,000,000,000 *Pieds cubes* par an ; & (en ne supposant que 24 pouces de pluie en Italie, où il en tombe environ 40 pouces, année commune), le volume d'eau que fournissent les pluies à la Surface dont ce même Fleuve recueille les eaux, est de 2,060,000,000,000 *Pieds cubes* par an.

607. OBJECTION II. En évitant un abîme, on se précipite ici dans un autre. Le système que nous admettons, sembloit d'abord pécher par défaut ; & maintenant il peche évidemment par excès. Car que deviendra la *quantité surabondante* d'eau de pluie : si les rivieres en emportent à peine le quart, en mettant les choses au plus bas ? L'embaras sera bien plus grand, si on s'en tient simplement & sans rabais à l'expérience, qui apprend, qu'année commune, on a environ 20 pouces de pluie en France, environ 40 en Italie & en Allemagne, environ 60 sous la Zone torride.

RÉPONSE. Le nouvel abîme est tout aussi imaginaire que le premier. Le vice par défaut, a disparu : le vice par excès, va disparaître aussi facilement. La *quantité surabondante* d'eau de pluie, que les rivieres n'emportent point, a une destination digne de la sagesse du Créateur : lequel, embrassant tout

tout d'un coup-d'œil infini, a pourvu à tout sans excès & sans défaut.

I°. De cette surabondance d'eau de pluie, une grande partie est employée à la Nutrition des Animaux & des Végétaux qui, par leur transpiration, en exhalent dans l'air une quantité inconcevable; quelques-uns, une quantité de beaucoup plus grande que leur masse & leur poids, en un seul jour: une partie plus ou moins grande encore va former vraisemblablement des Rivieres souterraines, qui vont se décharger sous terre, dans le sein des mers: la partie la plus considérable s'éleve en vapeurs & en nuages; pour retomber en pluie, sur les contrées terrestres, plusieurs fois pendant l'année.

II°. Dans les Contrées où tombe une plus grande quantité de pluie, comme en Italie, en Allemagne, sous la Zone torride: il y a, ou des Rivieres plus multipliées & plus abondantes, ou une Evaporation plus copieuse & plus prompte. Souvent ces deux Causes concourent à la fois, pour décharger ces contrées, de l'immense quantité d'eau que leur fournissent l'abondance & la fréquence des pluies: comme nous venons de voir que le Pô donne à la mer proportionnellement plus d'eau que la Seine.

608. OBJECTION III. Est-il vraisemblable que les Vapeurs insensibles, qui s'élevent du sein des mers, des lacs, des rivieres, des parties humides du globe terrestre, puissent donner toute l'immense quantité d'eau, que les Fleuves vont porter chaque jour au sein des mers? L'hypothese que nous adoptons, & qui suppose cette immense évaporation, ne seroit-elle point fabuleuse & ruineuse par cet endroit?

RÉPONSE. Ce n'est point sans doute à quelque art magique, que nous devons les Pluies qui tombent du sein de l'Atmosphere. Il est donc évident que l'eau qui en descend en pluie, y étoit montée en vapeur. Appliquons encore & l'Expérience & le Calcul, à l'objection présente.

I°. Si dans un beau jour d'été, quand le vent souffle & que la chaleur se fait vivement sentir, on expose un Bassin plein d'eau, à l'air & au soleil: dans vingt-quatre heures, la surface de l'eau s'abaisse d'environ un pouce; une couche d'eau d'un pouce d'épaisseur s'en va en vapeurs. Dans un tems très-froid, l'Evaporation est beaucoup moindre: la surface de l'eau contenue dans le même bassin, s'abaisse à peine d'une ou deux lignes. Compensation faite, on peut évaluer l'Evaporation journaliere, pendant toute l'année, à un quart de pouce par jour: ce qui donneroit par an, dans ce bassin, 91 pouces d'évaporation,

L'Evaporation que souffre l'eau, dans l'expérience dont nous parlons, a lieu également dans la mer, dans les lacs, dans les rivières. L'évaporation est plus grande, dans l'immense étendue de la zone torride, que dans les zones tempérées; dans les zones tempérées, que dans les zones glaciales. Compensation faite, on peut supposer, sans crainte d'aucune erreur considérable, une Evaporation d'environ 90 pouces par an, dans toute la surface des eaux qui couvrent le globe terrestre. Voilà donc une *Couche d'eau*, d'environ 90 pouces de profondeur, qui passe chaque année, du sein de toutes les mers, dans l'Atmosphère, pour s'y convertir en pluies.

II°. Supposons que la surface de la Mer, qui est de beaucoup plus grande que la surface des Continens, soit simplement égale à cette surface des Continens: dans lesquels nous ne compterons pour rien les lacs & les rivières. Voilà une *Couche d'eau* de 90 pouces de profondeur, & égale en surface à la surface de la moitié du globe terrestre, qui, s'élevant chaque année dans l'Atmosphère, y forme les pluies: lesquelles, tombant en partie sur la mer & en partie sur la terre, donneront à toute la surface du globe, une masse ou une *couche d'eau de pluie*, égale à environ 45 pouces de hauteur. Telle est à peu près la quantité de pluie que la Terre, envisagée dans sa généralité, reçoit chaque année, de l'Atmosphère.

Il consiste donc encore, & par l'Expérience la plus sensible & par le Calcul le plus simple, que l'Evaporation est plus que suffisante, pour fournir à l'Atmosphère, l'immense quantité d'eau qui en tombe en pluie. La quantité d'évaporation est même de beaucoup plus grande que la quantité de pluie qui en résulte. Mais la Rosée & le Serein rendent à la terre & à la mer, presque chaque jour, une partie considérable de l'eau qui s'élève en vapeurs; & rétablissent l'égalité, entre la quantité d'eau qui s'élève dans l'Atmosphère, & la quantité d'eau qui en descend.

609. OBJECTION IV. Ce Système sur l'origine des Fontaines, suppose comme certain, un Fait très-douteux: savoir, qu'il y a des *Cavernes souterraines*, où l'eau des pluies & des neiges, s'amasse en grande quantité; pour en couler ensuite successivement par des Canaux souterrains, lesquels, s'épanouissant en sources plus ou moins abondantes, donnent naissance aux rivières & aux fleuves. Car quelle preuve bien solide & bien certaine constate l'existence de ces grands amas d'eau souterraine?

RÉPONSE. Ce système sur l'origine des Fontaines, qu'on

doit regarder comme une Vérité physique le plus rigoureusement constatée & démontrée, n'a besoin d'aucune supposition incertaine pour se soutenir. L'existence d'une infinité de *grands Réservoirs, extérieurs & intérieurs*, ménagés par la Nature pour distribuer l'eau sur la surface de la Terre, ne peut être douteuse pour aucun Naturaliste éclairé.

I°. On connoît en mille & mille endroits, sur la surface de la Terre, des chaînes de montagnes qui forment des enfoncemens capables de contenir une grande quantité d'eau de pluie & de neige. Cette eau s'en échappe peu à peu: en s'infiltrant à travers les substances argilleuses & pierreuses; & coule dans les plages plus basses, en vertu de sa gravitation. Voilà donc déjà une espece très-fréquente & très-multipliée de *Réservoirs extérieurs*, propres à ménager l'eau des pluies, pour les tems de sécheresse.

II°. Tout le monde sait qu'il existe, non loin de la surface de la terre, une foule de Grottes de différentes grandeurs: en visitant ces grottes souterraines, en combien d'endroits ne trouve-t-on pas des bassins remplis d'eau? Pourquoi ne seroit-on pas fondé à supposer de semblables *Réservoirs souterrains*, en mille & mille endroits, dans les entrailles de la terre, qu'il n'est pas possible d'aller visiter?

Il y a environ trente ans, qu'auprès d'Embrun, en Dauphiné, dans un beau jour d'été, où il n'y avoit pas un nuage dans tout l'horison, un torrent nommé *Bramasam*, qui étoit presque à sec, s'enfla si fort tout à coup, qu'il suspendit le cours de la Durance; enterra totalement une Pinée d'un demi-quart de lieue de longueur; voitura des rochers que vingt paires de bœufs n'auroient pu mouvoir. A quelle Cause physique attribuer ce phénomène: si ce n'est à l'affaïssement de quelque énorme masse de terre ou de roc sur quelque Lac souterrain; ou à une grande & subite crevasse faite à quelque immense Caverne pleine d'eau dans la montagne de Chateauroux, où ce torrent prend naissance, & sur laquelle il n'y avoit ce jour-là, ni neige, ni nuée, ni trombe, ni rien de semblable, qui pût occasionner un tel événement.

Nous avons vu & parcouru assez fréquemment cette Pinée; quelques années avant qu'elle eût été enterrée dans les sables & dans les pierres. Nous avons revu plusieurs fois depuis lors, avec étonnement, le local où elle existoit: en nous promenant sur les têtes les plus élevées des Pins enterrés, avec les personnes mêmes qui avoient été spectatrices de l'événement dévastateur par lequel la Pinée fut, en peu d'heures ou de momens, détruite & engloutie.



Un tel effet, un tel phénomène ne démontre-t-il pas visiblement l'existence contestée de différentes Cavernes cachées dans le sein des montagnes, & destinées à servir de réservoirs aux eaux des pluies & des neiges ?

On trouve chez les Naturalistes, une foule de phénomènes produits par la même Cause que nous supposons ici. « En 1678, dit M. de Buffon dans le second volume de » son Histoire naturelle : il y eut une grande inondation en » Gascogne, causée par l'affaissement de quelques morceaux » de montagnes dans les Pyrénées, qui firent sortir les eaux » qui étoient contenues dans les Cavernes de ces montagnes. » En 1680, il en arriva encore une plus grande en Irlande, » qui avoit aussi pour Cause l'affaissement d'une montagne » dans des Cavernes remplies d'eau ».

III°. Quand même ces *Réservoirs souterrains* seroient aussi rares qu'on peut le supposer; la seule infiltration des eaux de pluie & de neige, à travers l'étendue qui sépare les contrées plus élevées des contrées plus basses, suffiroit pour entretenir, pendant un très-long tems, les différentes Sources qui arrosent & qui fertilisent le globe terrestre : parce que l'eau, en s'infiltrant à travers mille & mille obstacles, ne peut avoir qu'un mouvement très-lent. Il faut donc un tems considérable à l'eau des pluies ou des neiges, pour passer du haut d'une montagne, en s'infiltrant à travers les différentes substances argilleuses & pierreuses, jusqu'au fond des vallées voisines : où elle va jaillir ou couler en fontaines. Il lui faudra un tems bien plus long, pour passer de la même manière, d'une contrée plus élevée, à une contrée plus basse, dans une étendue de dix, de vingt, de trente lieues.

Dans les grandes & longues sécheresses, un grand nombre de fontaines diminuent ou tarissent. Elles *diminuent* : parce que les Réservoirs nourriciers, intérieurs ou extérieurs, dont les pertes ne sont point réparées, cessant d'être pleins, répandent par leurs ouvertures un moindre volume d'eau. (581). Elles *tarissent* : soit parce que les Réservoirs nourriciers s'épuisent; soit parce que les eaux amassées sur les contrées plus élevées, ont eu le tems de parcourir, en s'infiltrant, tout l'espace qui les séparoit des Sources éloignées qu'elles alloient former dans des contrées plus basses.

610. OBJECTION V. Dans des tems de sécheresse : on trouve sur le sommet des hautes montagnes, des Sources jaillissantes ou coulantes. Dira-t-on que ces sources doivent leur écoulement à des réservoirs supérieurs ou plus élevés, qui par des canaux de communication, portent leurs eaux

jusqu'à cette hauteur ? Mais où placer des Réservoirs supérieurs au sommet de ces hautes montagnes ?

RÉPONSE. I°. Les Rivières & les Fleuves ont toujours, ou presque toujours leurs sources, non au sommet, mais vers le milieu ou vers le pied des montagnes, dans les contrées les plus élevées des Continens. On peut observer sur la surface de la terre, certaines contrées plus élevées, qui semblent être des *Points de partage*, marqués par la Nature, pour la distribution des eaux.

Les environs du mont Saint-Gothard en Suisse, sont un de ces Points de partage en Europe : de-là coulent le Rhône au sud-ouest, le Rhin au nord-ouest, le Danube à l'Orient. Un autre point de partage en Asie, est le pays des Tartares-Mogols, où naissent différens fleuves qui vont se rendre, les uns dans la mer du Nord, les autres dans la mer de Corée, d'autres dans la mer de la Chine. La province de Quito, dans l'Amérique méridionale, est encore un Point de partage destiné à fournir des eaux, à la mer du Sud, à la mer du Nord, au golfe du Mexique.

II°. On trouve assez souvent, au sommet des hautes montagnes, des *Eaux stagnantes*, ou des lacs de différente grandeur, qui ont été emplis par les pluies ou par les neiges ; & qui sont destinés à produire des sources vers le milieu ou vers le pied de la montagne qu'ils occupent. Mais on n'y voit jamais des Sources jaillissantes ou coulantes : à moins que ces montagnes ne soient dominées par d'autres montagnes avec lesquelles elles aient communication par des canaux souterrains.

III°. Si par hasard on trouve jamais une *Source jaillissante ou coulante*, sur le sommet même d'une montagne ; que l'on observe exactement les contrées voisines : on y verra infailliblement quelque montagne considérablement plus élevée, d'où cette source tire son origine par des canaux souterrains. Par exemple, (*Fig. 79*) :

Supposons que R & A soient deux montagnes fort élevées, & dont les sommets soient éloignés de huit ou dix lieues. On ne trouvera point de Source coulante ou jaillissante en R : si la montagne R est aussi élevée ou plus élevée que toutes les montagnes voisines.

Mais on pourra trouver une Eau coulante ou jaillissante, sur son sommet en *m* ; par le moyen d'un réservoir A S B, dont un Canal intérieur & souterrain B H C portera & élèvera les eaux en *m* : où elles couleront ou jailliront, se trouvant au-dessous du niveau CD du réservoir A S B.

611. OBJECTION IV. On trouve des Sources d'eau douce , dans de fort petites Isles : ces sources viendront-elles aussi des Continens , par des tuyaux de communication sous la mer ? On trouve dans les Continens , des Sources salées : pourquoi ces sources salées ne viendroient-elles pas immédiatement de la Mer ?

RÉPONSE I<sup>o</sup>. Les Sources d'eau douce , dans les petites Isles , comme dans les grands Continens , doivent leur origine aux eaux de pluie ou de neige. Il est donc assez inutile de leur chercher une origine étrangere : puisqu'il pleut dans ces isles , comme dans les continens.

Si par hasard il se trouve quelque petite isle ou quelque grand rocher saillant au sein de la mer & au voisinage des continens , où la quantité d'eau douce excède la quantité de pluie que cette isle ou ce rocher peut recevoir : quelle impossibilité y auroit-il que cette quantité d'eau douce , dût en partie son origine aux Réservoirs du Continent voisin ? Les chaînes de montagnes , ne peuvent-elles pas communiquer entre elles sous la Mer , comme sous la surface des Continens ? Ainsi HBSN étant la surface de la mer : l'eau du Continent ASB , peut aller jaillir en *m* , par un canal de communication ASBHC. ( Fig. 79 ).

II<sup>o</sup>. Les Sources salées , qui coulent dans les Continens plus élevés que la surface de la mer , ne peuvent venir de la mer : parce qu'il est démontré que l'eau de la mer ne peut produire un écoulement au-dessus de sa surface (603).

Ces Sources salées doivent incontestablement leur origine , & aux eaux de pluie qui les forment , & aux mines de sel à travers lesquelles elles coulent.

612. OBJECTION VII. Quelques Physiciens , pour concilier tous les systêmes sur l'origine des Fontaines , les font venir en partie des pluies & en partie de la mer. Pourquoi ne pas suivre leur exemple , qui présente un si beau modele d'esprit de conciliation ?

RÉPONSE. Il n'est pas rare de trouver de ces hommes équivoques , qui , faute de génie , osent se porter pour conciliateurs entre les hommes de génie. On en a vu qui ont voulu concilier Descartes & Newton , le Vuide & le Plein.

Ennuyé de voir rouler aisément un charriot sur quatre roues paralleles , un grand Méchanicien , pour faire ses preuves de génie , imagina d'ajouter au charriot , une cinquieme Roue transversale. C'est à peu près ce que font ceux qui appellent la mer au secours des pluies , pour donner naif-

fance aux fontaines : à l'influence d'une cause certaine & suffisante , ils associent l'influence d'une cause fabuleuse & chimérique , qui ne sert à rien , & qui embarrasse beaucoup.

613. CONCLUSION. Après avoir examiné , dans le Globe que nous habitons , & la *Terre* & l'*Eau* qui le composent : il nous reste à considérer l'*Athmosphère* qui l'enveloppe de toute part jusqu'à une certaine hauteur ; & qui semble en être une espee de continuation dans la Nature : tel sera l'objet du traité suivant.





# ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE.

## HUITIÈME TRAITÉ.

### THÉORIE DE L'AIR.

614. OBSERVATION. **L**E *Globe terrestre* est enveloppé, dans toute l'étendue de sa surface, d'un immense volume d'Air, qui s'éleve à une assez grande hauteur au-dessus de la Terre & de la Mer ; & qui a le même mouvement journalier & annuel, que le globe solide & liquide qu'il entoure : supposé que ce globe roule, & autour de son centre, & autour du Soleil.

I°. Cet immense volume d'Air, qui environne notre globe, n'est point un corps simple & sans aucun mélange. Il est toujours uni ou combiné avec une quantité considérable de Vapeurs & d'Exhalaisons qui s'échappent, les premières du sein des Mers & des Rivieres ; les secondes, du sein des différens Corps terrestres, animaux, végétaux, minéraux.

L'ensemble de l'Air, des Vapeurs, des Exhalaisons, est ce qu'on nomme l'*Athmosphère terrestre*, dont l'Air fait la principale partie.

II°. L'Air est un principe élémentaire, dont il importe de connoître la nature : l'Air agité d'une certaine manière, produit le Son, source ou image en mille & mille occasions, de nos pensées & de nos affections.

La nature de l'Air & la nature du Son ; ou l'Air considéré comme corps élémentaire & comme corps sonore : tel va être l'objet des deux Sections suivantes.

## PREMIERE SECTION.

## NATURE DE L'AIR.

615. OBSERVATION. LA nature spécifique d'un Corps, n'est autre chose que l'assemblage des propriétés qui le caractérisent : la connoissance de ces propriétés caractéristiques, entraîne donc la connoissance de sa nature.

Des expériences & des observations qu'on a faites sur l'Air, il résulte que l'air est un corps à part, dans la Nature ; un corps pesant par lui-même ; un corps immensément compressible & dilatable ; un corps élastique, & dont l'élasticité parfaite & toujours permanente, est proportionnelle à la densité ; un corps qui entre dans la composition de tous ou de presque tous les Mixtes ; un corps qui est un des plus puissans & des plus généraux agens de la Nature, dans la production, dans la conservation, & dans la destruction des Substances animales, végétales, minérales, & sur-tout dans la production des Météores.

## PROPOSITION I.

616. *L'Air est un corps primitif & inaltérable.*

DÉMONSTRATION. I°. *L'Air est un vrai corps.* Corps invifible, inodore, insipide, nous ne pouvons l'appercevoir par aucun de nos sens, si ce n'est par le toucher ; ce qui suffit pour nous démontrer que c'est un corps : puisque, selon l'axiome certain & évident de Lucrece, le Corps seul a la propriété d'affecter nos sens, d'affecter l'organe du tact : *Tangere enim & tangi, nisi corpus, nulla potest res.*

Quand l'air est agité, nous en sentons les impulsions : quand il est tranquille, en l'agitant, nous en éprouvons la résistance : d'ailleurs nous le condenseons & nous le dilatons à volonté : ce qui évidemment ne peut convenir qu'à un corps.

II°. *L'Air est un corps primitif*, un corps indépendant de toutes les compositions que forme la Nature.

Quelques Physiciens ont pensé ou soupçonné que l'Air pourroit bien n'être qu'un *Assemblage fortuit* de corpuscules hétérogenes & très-subtils : qui échappés, par une émanation continuelle, du sein des différens Mixtes, & ne pouvant reprendre leur nature primitive à cause de leur immense division, composent par leur réunion, un fluide à part, un fluide différent de tout autre fluide. Mais cette opinion sin-

guliere n'est fondée sur aucune expérience & sur aucune raison : elle est même contraire à l'expérience & à la raison. Car,

En premier lieu, si l'Air n'étoit qu'un Assemblage fortuit de corpuscules émanés du sein des différens Corps : la nature de l'Air devroit évidemment varier, autant que les contrées & les saisons. Or, loin d'être variable, la nature de l'Air est toujours la même ; toujours & par-tout caractérisée par des signes spécifiques & par des effets invariables, qui décelent infailliblement un même corps, une même espece de substance, soit en Laponie, soit en France, soit en Ethiopie : malgré les petites différences accidentelles que peuvent occasionner à sa masse, les vapeurs & les exhalaisons qui lui sont mêlées.

En second lieu, si l'Air n'étoit qu'un Assemblage fortuit de vapeurs & d'exhalaisons émanées du sein des corps terrestres, solides & liquides : il est clair que la substance de l'Air devroit être presque toute aqueuse ; & qu'en condensant l'air jusqu'à la densité de l'eau, on devroit le rendre à sa nature primitive, & le convertir en un fluide aqueux, mêlé de quelques corpuscules hétérogenes. Or après avoir donné à l'Air, en le comprimant ou en le condensant, une densité aussi grande ou plus grande que celle de l'eau ; on a toujours trouvé en lui les mêmes effets, les mêmes caracteres, les mêmes propriétés, la même nature. Donc l'Air est un corps à part, un corps primitif, un corps totalement distingué du reste des corps, & non un mélange bizarre & fortuit de corpuscules émanés du sein des différens corps terrestres.

III°. *L'Air est un corps indestructible & inaltérable.* A quelques épreuves que l'ait mis la Chymie, elle n'a jamais pu ni le décomposer, ni le dénaturer, ni lui causer aucune altération essentielle. Soumis aux feux les plus violens, il n'est ni consumé, ni métamorphosé par leur activité. Livré à l'action des plus puissans Dissolvans, enlevé à un corps & absorbé par un autre, on l'en retire sans diminution & sans altération : donc l'Air est un corps primitif & inaltérable. C. Q. F. D.

617. REMARQUE. Il est inutile de rechercher quelle est la figure des molécules de l'Air : puisque leur étonnante ténuité les rend imperceptibles à nos observations ; & que les plus excellens Microscopes n'ont aucune prise sur elles.

Les Physiciens se représentent communément la masse de l'air, sous l'image d'un assemblage hétérogene de petits ressorts de figure spirale, flexibles & élastiques DE, RS, MN, *mn*, & ainsi du reste. (Fig. 98).

Mais cette opinion, quoiqu'ingénieuse, quoique propre à rendre raison des principaux phénomènes de l'Air, ne doit cependant être regardée que comme une simple hypothèse dont rien ne constate suffisamment la réalité.

PROPOSITION II.

618. *L'Air est un corps pesant par lui-même.*

DÉMONSTRATION. I°. La Loi de gravitation, est une Loi générale, à laquelle est soumise toute la matière qui est en prise à nos observations, dans le ciel & sur la terre. Pourquoi l'Air seroit-il excepté de cette Loi générale? Pourquoi ne seroit-il pas pesant en lui-même, ainsi que la flamme, que la fumée, que tous les autres corps connus? (243).

II°. Soit un grand globe creux de verre fort mince, auquel soit adapté un tuyau de cuivre AB, par le moyen duquel on puisse pomper & extraire l'air qu'il contient dans sa capacité! (Fig. 80).

Si on pèse ce globe de verre, avec toutes les précautions convenables: on trouvera qu'il pèse moins étant vuide d'air, qu'étant plein d'air. Donc l'Air a une pesanteur réelle, qui lui est propre.

III°. Une colonne aérienne fait équilibre avec une colonne de mercure d'environ 28 pouces de hauteur, avec une colonne d'eau d'environ 32 pieds de hauteur: comme nous l'expliquerons bientôt. (628 & 634).

Donc cette colonne aérienne a autant de pesanteur que la colonne opposée, avec laquelle elle fait équilibre. (593). Donc l'Air a en lui-même, ainsi que le reste des corps, une pesanteur réelle. C. Q. F. D.

PESANTEUR, COMPRESSIBILITÉ, ÉLASTICITÉ  
DE L'AIR.

619. EXPÉRIENCE. Soit un Tube ABHCD, d'une capacité quelconque & par-tout égale, perpendiculaire à l'horizon, ouvert en A, & hermétiquement fermé en D. Que le côté perpendiculaire AB ait environ 60 pouces de hauteur; & le côté parallèle CD, environ un pied. (Fig. 75).

I°. Que l'on emplisse de Mercure, la partie BHC du Tube: il y aura une petite colonne d'air, interceptée entre C & D; laquelle résiste à tout le poids d'une immensément grande colonne d'air BAV, qui a pour hauteur toute la hauteur de l'atmosphère, & qui gravite dans la direction ABHCD. Nous ferons voir ailleurs qu'une colonne d'air qui a pour hauteur la hauteur de l'atmosphère, égale en pesan-



teur une colonne de mercure de même diametre, & d'environ trente pouces de hauteur.

Ainsi la Colonne d'air  $CD$ , est toujours comprimée par un poids égal au poids d'une colonne de mercure d'environ trente pouces de hauteur. Nous supposons ici que cette expérience se fait dans un lieu peu élevé au-dessus du niveau de la mer; & dans un tems où l'air est très-pesant & très-élastique.

II°. Que l'on emplisse ensuite de Mercure, la partie  $MN$  du Tube: ensorte qu'il s'en forme une colonne  $MN$  d'environ trente pouces de hauteur au-dessus du niveau  $Nn$ . La Colonne d'air qui occupoit l'espace  $CD$ , n'occupera plus que la moitié de cet espace; & se renfermera toute entiere dans la capacité  $nD$ .

III°. Si l'on emplit encore de Mercure la partie  $MA$  du Tube: ensorte que la colonne  $NMA$  soit d'environ soixante pouces de hauteur: la Colonne d'air  $nD$  d'un demi-pied de hauteur, se comprimera de nouveau, & n'occupera plus qu'un tiers de pied  $mD$ .

IV°. Si au point  $B$  se trouve un petit Robinet, pour laisser écouler lentement la Colonne  $BA$  de mercure: à mesure que le mercure s'écoulera & s'abaissera successivement, la colonne d'air comprimé  $Dm$ , se dilatera successivement; & reprendra à la fin par elle-même, son premier volume  $CD$ .

V°. De toute cette expérience, il résulte que l'Air est un corps compressible & élastique, dont la réaction est toujours égale à la force qui le comprime; & dont la densité croît jusqu'à un certain point, proportionnellement à la force comprimante.

### PROPOSITION III.

620. La pesanteur & le ressort de l'Air, sont démontrés évidemment par une foule de phénomènes physiques, que l'ancienne Philosophie attribuoit ineptement à une chimérique horreur de la Nature pour le Vuide.

EXPLICATION. Nous allons développer les principaux phénomènes qui naissent de la pesanteur & de l'élasticité de l'Air: moins pour établir de nouveau ces deux propriétés fondamentales, déjà suffisamment démontrées; que pour en faire appercevoir & des applications intéressantes & des usages utiles.

#### LA MACHINE PNEUMATIQUE.

621. DESCRIPTION. La Machine pneumatique, ou la Machine du Vuide, inventée vers l'an 1654 par Otto de Gueric,

Consul ou Bourguemestre de Magdebourg, perfectionnée ensuite par Boyle, Physicien Anglois, est composée de quatre pieces principales & essentielles, qui sont le corps de pompe, le piston, la platine, & le robinet.

I°. Le *Corps de pompe*, est un assez grand tube de cuivre; dont la capacité cylindrique est vuide & parfaitement polie dans toute sa hauteur AB. (Fig. 86).

II°. Le *Piston cylindrique* B doit monter & descendre dans l'intérieur de la Pompe: sans laisser aucun passage à l'air, entre lui & la surface intérieure de la pompe.

Ce Piston se meut de A en B, & de B en A, par le moyen d'un manche BV: manche que l'on peut construire & disposer de différentes manieres, pour élever & pour abaisser le plus commodément ce piston.

III°. La *Platine de cuivre* GH est fixée horisontalement sur des supports solides GN & HM, & couverte d'une ou plusieurs peaux mouillées, sur lesquelles on pose le *Récipient* ou la *Cloche* de verre EZ.

Cette Platine, percée au milieu, est adaptée à un petit Canal EA, qui forme une communication entre le Récipient & le Corps de pompe. Les Peaux doivent être aussi percées dans l'endroit où elles répondent au Canal de communication EA.

IV°. Le *Robinet de cuivre* NM, est placé entre la Platine GH & la Pompe AB.

La Clef RS de ce Robinet, parfaitement polie dans sa surface, a la forme d'un cylindre ou d'un cône tronqué: son diametre a une ouverture CD, qui dans une position correspond au Canal de communication EA; & n'y correspond plus dans une autre position. Cette Clef a aussi une petite rainure, creusée dans sa surface en longueur RS: rainure qui peut ou correspondre ou ne pas correspondre au Canal de communication EA, placé entre la Pompe & la Platine.

Nous allons expliquer le jeu & les effets de cette célèbre Machine du Vuide, à laquelle la Physique doit tant de lumieres.

Les Artistes modernes ont donné différentes formes ou différentes sortes de construction à cette Machine, qui est aujourd'hui le plus communément à double Pompe: mais le Méchanisme physique en est toujours foncièrement le même. Celle que nous avons fait graver, & que nous venons de décrire, est peut-être la plus simple de toutes: c'est par-là même la plus propre à faire bien voir & bien sentir les *Vérités physiques* que nous avons à y observer ou que nous voulons en déduire.

622. EXPLICATION. 1°. Après avoir placé le Récipient sur la Platine, de telle sorte que l'air extérieur ne puisse aucunement s'y insinuer : il faut disposer la Clef N de telle façon que l'ouverture diamétrale CD concoure avec l'ouverture du Canal de communication EA : la rainure RS fera sur les côtés, & ne communiquera ni avec le récipient ni avec la pompe. Tout étant ainsi disposé : que le Piston, garni en dessus & en dessous de feutres graissés & huilés, descende de A en B. Il chassera devant lui, tout l'air qui étoit dans le corps AB de la pompe.

Que doit-il arriver de-là ? L'air du Récipient, qui étoit comprimé par toute la colonne correspondante de l'atmosphère, au tems où il a été enfermé sous le récipient, se débande & se déploie par son ressort ; & se précipite par l'ouverture E, dans le corps AB de la pompe, où il n'y a point d'air qui l'empêche de se dilater & de se débander.

Supposons que la capacité E du Récipient, & la capacité AB de la Pompe, soient parfaitement égales : la moitié de l'air restera dans le Récipient, & l'autre moitié descendra dans la Pompe. Le Récipient sera déjà pressé contre la platine, par la moitié du poids de la colonne aérienne qu'il supporte ; puisque l'air qu'il contient, après la descente du piston, est diminué de moitié en densité, & par-là même en réaction.

Quand on a mis le Récipient sur la platine : l'air enfermé sous le récipient, faisoit équilibre par sa réaction, à toute la colonne d'air qui presse ce récipient. Mais ce même air, partagé également entre le récipient & la pompe, a perdu la moitié de sa densité : il a perdu par conséquent la moitié de sa force réagissante, qui est toujours proportionnelle à sa densité. (619).

II°. Pour raréfier davantage l'air qui reste encore dans le Récipient, après ce premier coup de piston : que l'on tourne la clef du robinet, en telle sorte que l'ouverture CD qui étoit verticale, devienne horizontale ; & que la rainure RS réponde à la partie inférieure du Canal de communication du côté de la pompe. L'air extérieur, plus condensé de moitié que celui qui est dans le récipient & dans la pompe, ne peut pénétrer dans le récipient E, & peut pénétrer dans la pompe AB par le moyen de la petite rainure. L'air extérieur se précipitera donc impétueusement dans la pompe AB : jusqu'à ce que l'air renfermé dans la pompe soit aussi fort par sa réaction, que l'air extérieur l'est par sa pression.

Que le Piston remonte de B en A. Tout l'air, qui étoit dans la pompe AB, est chassé par le piston, & s'échappe par la rainure NM : comme il est facile de le sentir, en présentant la main à cette ouverture. Que l'on tourne en-

encore la clef ou le robinet, de maniere que l'ouverture CD devienne verticale & concoure avec le canal de communication EA. Aucun air ne peut entrer sous le Récipient : parce qu'il n'y en a point dans la pompe, avec laquelle seule le récipient a communication. Qu' alors le piston descende encore de A en B : il se fait un *nouveau Vuide* dans la pompe AB. L'air renfermé sous le Récipient, par sa force élastique & expansive, se dilate & se déploie donc encore comme auparavant ; & se précipite dans le corps AB de la pompe, où il n'y a point d'air qui lui résiste : jusqu'à ce qu'il se soit encore partagé & distribué également dans ces deux espaces, dans la capacité du récipient & dans celle de la pompe, que nous avons supposé & que nous supposons encore égales.

Il n'y aura donc plus sous le Récipient, qu'un *quart de l'air primitif*, ou de l'air qui y étoit avant la première descente du piston. Le Récipient supportera donc les trois quarts de la pression de la colonne aérienne, qui gravite sur lui : parce que l'air qu'il renferme & qui réagit encore, n'ayant que le quart de sa densité primitive, n'a que le quart de sa première force de réaction. (619).

III°. Si l'on fait encore monter & descendre plusieurs fois le Piston de la même maniere : l'Air contenu sous le Récipient, continuera toujours, par sa force expansive, à se partager & à se diviser proportionnellement entre le récipient & la pompe. Cet air, avant le premier coup de piston, avoit une densité & une force comme 1 ; en vertu de laquelle il faisoit équilibre par sa réaction à toute la colonne qui le pressoit : après les divers coups de piston qui le divisent successivement en moitiés, il aura successivement une densité & une force comme  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$ ,  $\frac{1}{32}$ ,  $\frac{1}{64}$ ,  $\frac{1}{128}$ ,  $\frac{1}{256}$ , & ainsi de suite.

On suppose ici que la Machine est dans sa plus grande perfection possible : ce qu'on ne doit jamais attendre dans la pratique.

623. REMARQUE I. On voit, par cette théorie pratique ; qu'en produisant le Vuide, par le moyen de la Machine pneumatique, on ne peut jamais produire un *Vuide parfait* : puisqu'indépendamment de la matiere plus subtile que l'air, qui passe librement à travers les pores de la pompe & du récipient ; après tous les coups de piston possibles, on n'aura jamais fait que diviser la masse primitive d'air, en portions de plus en plus raréfiées, de plus en plus petites.

I°. Dès qu'on a produit le Vuide : le Récipient est fortement adhérent à la platine. Cette adhérence a pour Cause, la pesanteur de toute la colonne d'air que supporte le réci-

piet. Pour séparer le récipient de la platine: il faudroit, si le Vuide étoit parfait, une force capable de soulever une colonne d'eau d'environ trente deux pieds de hauteur, & de même bafe que le récipient. (628).

II°. Si l'on fait rentrer l'air sous le Récipient, l'adhérence cesse: parce que l'air intérieur, pressé par l'air extérieur, se comprime, se condense, & acquiert une réaction précisément égale à la pression de la colonne aérienne qui gravite sur le récipient. L'air qui est sous le récipient, tend donc à porter le Récipient vers le zénith: autant que l'air extérieur tend à le précipiter vers le centre de la Terre. Ces deux forces, égales & opposées, se détruisent réciproquement; & le récipient reste livré à sa simple gravité propre.

III°. Il reste cependant encore une petite adhérence entre le récipient & la platine: quand après avoir pompé l'air, on le rend en liberté au récipient. Cette petite adhérence est occasionnée par un plus intime contact, qu'a donné aux parties du verre, du cuir, & de la platine, la pression de l'air extérieur & l'échappement de l'air intérieur: ce qui confirme l'explication que nous avons donnée ailleurs, dans nos recherches sur la cause de la Solidité des corps. (221). La même adhérence a lieu dans la Machine de Magdebourg, & la même explication en rend raison.

624. REMARQUE II. On peut pratiquer, dans la partie supérieure de la *Cloche de verre EZ*, une petite ouverture circulaire, où passera & qu'emplira exactement une petite baguette cylindrique de cuivre *TZ*. (Fig. 81).

Cette ouverture, garnie en dehors & en dedans de cuirs & de feutres huilés & graissés, laissera descendre & monter de *Z* en *E* la baguette cylindrique parfaitement égale & polie *TZ*, sans donner passage à l'air extérieur. Par le moyen de cette baguette crochue en *Z*, on pourra élever & abaisser, unir & séparer, des corps placés sous cette cloche plus ou moins grande; sans détruire le Vuide dans lequel on opere: ce qui est d'une grande utilité, dans une foule d'expériences curieuses & intéressantes. On en verra déjà une application, dans la Machine suivante.

#### LA MACHINE DE MAGDEBOURG.

625. DESCRIPTION. Soient deux Hémispheres creux *A* & *B*, de cuivre ou de telle autre matiere solide & impénétrable à l'air, qui soient propres à s'unir parfaitement l'un à l'autre, par la surface bien polie de leur équateur. Que l'un de ces deux hémispheres, ait un Canal de cuivre *Bmn*, qui puisse s'ouvrir & se fermer à volonté, par le moyen d'un Robi-

net.

net C, percé par le milieu : afin que, par le moyen de ce Canal, de ce Robinet, & de la Machine pneumatique, on puisse pomper l'air contenu dans la capacité de ces deux Hémisphères. Ce sera la *Machine de Magdebourg* : machine ainsi nommée, parce qu'elle fut inventée dans la ville de ce nom, par le même Otto de Gueric, qui inventa la Machine du Vuide. (*Fig. 82*).

I°. Que l'on applique l'un contre l'autre ces deux Hémisphères, en interposant entre leurs cercles contigus, qui forment leur équilibre, & qui doivent être parfaitement polis, une peau mouillée, percée par le milieu ; & qu'après avoir posé le Canal B *m n* sur la Platine E de la Machine pneumatique, on pompe l'air qui est contenu dans leur capacité, le plus parfaitement qu'il est possible. (*Fig. 82 & 86*).

Après qu'on aura produit le Vuide dans l'intérieur de cette Machine, ce dont on vient à bout en faisant jouer le piston de la Machine pneumatique, & en ouvrant & fermant à propos le robinet C de la Machine de Magdebourg : l'air environnant, qui agit en tout sens contre les deux Hémisphères A & B, sans que son action soit détruite par la réaction opposée de l'air intérieur qu'on a soutiré, les pressera l'un contre l'autre avec une très-grande force, avec une force capable de résister à la pesanteur d'un corps P de deux ou trois cens livres : selon que le Vuide est plus parfait, que le diamètre des deux hémisphères est plus grand, & que la colonne qui les presse & les applique l'un contre l'autre, est plus considérable. (*Fig. 81 & 82*).

II°. Si sous une grande Cloche de verre, on suspend en Z, la Machine de Magdebourg AB, vuide d'air, & chargée d'un poids P incomparablement moindre que celui qu'elle pourroit soutenir en plein air :

Dès qu'on a pompé l'air du Récipient ; les deux hémisphères A & B se séparent l'un de l'autre : parce que la cause qui les unissoit & qui les appliquoit l'un contre l'autre, savoir, la pression de l'air, s'affoiblit & cesse enfin, à mesure qu'on produit le vuide sous la cloche de verre. L'air raréfié ne presse plus l'un contre l'autre ces deux hémisphères, avec la même force qu'il avoit étant plus dense.

III°. La Machine de Magdebourg étant vuide d'air & fortement adhérente ; si on fixe horizontalement l'hémisphère inférieur B sur la platine & sous la cloche d'une Machine pneumatique, & que l'hémisphère supérieur A soit fixé au crochet Z (*Fig. 81*) :

Après qu'on aura produit le Vuide sous le Récipient ; on élèvera aisément dans la direction Z T, l'hémisphère supé-

rieur A; qui se sépare sans grande résistance, de l'hémisphère inférieur B.

Mais si, après avoir séparé ces deux hémisphères dans le Vuide, on les applique encore l'un contre l'autre dans le même Vuide, par le moyen de la baguette mobile T Z; en rendant l'air extérieur à la Cloche de verre, on rend aux deux hémisphères leur adhérence primitive: parce que l'intérieur du globe étant comme vuide d'air à l'instant où les deux hémisphères s'unissent intimement; l'air qui entre sous le récipient & qui ne peut entrer dans l'intérieur du globe, emploie toute sa force à presser l'un contre l'autre les deux hémisphères, comme auparavant.

ASCENSION DES LIQUIDES DANS LE VUIDE.

626. EXPÉRIENCE I. Sous la Cloche d'une Machine pneumatique, mettez une Cuvette MN, pleine d'eau; & sur cette Cuvette, un long Tube cylindrique de verre AB, ouvert en B, fermé hermétiquement en A, & perpendiculaire à la surface de l'eau dans laquelle il est plongé jusqu'à une petite profondeur. (Fig. 73).

I°. Avant qu'on fasse le Vuide, sous la cloche de verre, l'air enfermé dans le Tube cylindrique AB, ne s'échappe point au dehors: parce que l'air qui environne ce tube, en pressant la surface de l'eau, résiste à la force élastique & expansive de l'air enfermé dans le tube, qu'il égale & qu'il détruit. L'eau ne monte point dans le tube BA: parce que l'action de l'air extérieur qui tend à l'y élever, est détruite par l'action égale & opposée de l'air enfermé dans le tube, qui tend à l'en exclure. Ces deux Forces, l'action de l'air extérieur & la réaction de l'air intérieur, étant égales & opposées, leur effet doit être nul.

II°. Si on produit le Vuide sous le Récipient, par le moyen d'une Pompe pneumatique dont la capacité soit parfaitement égale à la capacité du récipient: après le premier coup de piston, l'air du récipient est raréfié de moitié. (622).

Que doit-il résulter de-là? L'air contenu dans le cylindre AB, plus dense de moitié que l'air environnant sous le récipient, s'ouvre un passage, par son excès de force expansive & élastique, à travers la masse de l'eau; & se met en équilibre avec la masse d'air, contenue sous le récipient & dans la pompe: de sorte que si la capacité du tube AB est comme nulle en comparaison de la capacité de la pompe & du récipient; l'air qui reste dans le tube AB, ne doit plus avoir que la moitié de la densité & de la masse, qu'il avoit auparavant.

III°. Si après le premier coup de piston, qui a raréfié de moitié l'air du récipient & du tube A B, on ouvre le robinet de la Machine pneumatique : l'air extérieur rentre sous le Récipient, sans pouvoir rentrer dans le Tube B A, dont l'ouverture est plongée dans l'eau ; & il élève dans le Tube B A, une colonne d'eau B R, qui emplit la moitié de ce Tube B A.

De sorte que l'air qui s'est échappé du sein du tube, est remplacé par une quantité d'eau de même volume précisément ; & que l'air restant R A reprend & conserve sa première densité dans le tube, dès que l'air environnant exerce en liberté son action & sa pression sur la surface de l'eau M N.

IV°. Si on raréfie l'air du Récipient, de telle sorte qu'il soit réduit à un quart de sa densité primitive : l'air se raréfie de même dans le petit cylindre A B ; & quand la raréfaction cesse dans l'air du récipient, il s'élève dans le cylindre A B, une colonne d'eau B S, qui emplit les trois quarts de sa capacité.

727. COROLLAIRE. Il résulte de cette Expérience, que le volume d'eau qui s'élève dans un Tube où l'air a été raréfié, est précisément égal au volume d'air qui s'en est échappé.

La quantité d'eau qui s'élève au-dessus de sa surface M B N, dans un tel Tube, peut donc servir à mesurer la quantité de raréfaction, qu'a souffert la masse de l'air qu'elle remplace. Et réciproquement, si la colonne d'eau B R, élevée dans le Tube, s'abaisse & diminue : cette diminution mesurera la quantité d'augmentation, qu'acquiert la masse de l'air enfermé dans le tube. On suppose ici que ce Tube A B a moins de trente ou trente-deux pieds de hauteur.

628. EXPÉRIENCE II. Soit A B un Tube non capillaire de verre, de 40 ou 50 pieds de hauteur, posé sur une planche à la manière ordinaire des Barometres, fermé en A & ouvert en B. (*Fig. 73*).

Qu'après avoir placé ce Tube dans une direction un peu inclinée à l'horison, on l'emplisse d'eau par l'ouverture B : qu'on lui donne ensuite une direction verticale, dans une grande cuvette M N pleine d'eau. Qu'arrivera-t-il ?

L'eau contenue dans ce Tube ne s'y soutiendra point en colonne à la hauteur de 40 ou 50 pieds : mais elle descendra & refluera dans la cuvette, jusqu'à ce qu'elle n'ait plus en R dans le Tube, qu'environ trente-deux pieds de hauteur au-dessus du niveau M N. Alors elle cessera de descendre plus bas ; se soutiendra persévérément à la même hauteur, avec

K k ij



quelques petites alternatives en plus & en moins ; laissera au-dessus du point R un grand vuide RA, où il n'y aura ni air ni eau.

Si ce même Tube, au lieu d'être rempli d'eau, étoit rempli de mercure, & posé verticalement sur une cuvette pleine de mercure : la colonne de mercure BV ne se soutiendrait qu'à environ deux pieds & demi au-dessus du niveau MN ; & laisseroit au-dessus, un grand vuide VA, où il n'y auroit, ni air ni mercure.

629. EXPLICATION. I°. La Colonne d'eau, se soutient en R, à environ trente-deux pieds au dessus de son niveau : parce que la pression de l'air extérieur lutte contre la pesanteur de cette colonne d'eau, avec une force égale & opposée à la pesanteur de l'eau. L'air extérieur qui gravite en tout sens sur la surface MN du bassin, fait autant d'effort pour monter de B en R, que la colonne d'eau en fait pour descendre de R en B. Ces deux forces égales & opposées se détruisent persévéramment, & l'équilibre subsiste. (Fig. 73).

La colonne d'eau RB ne peut s'abaisser : sans devenir plus foible que la force opposée ; savoir, la Colonne d'air, qui tend à l'élever, & qui la soutient à une hauteur marquée. La colonne d'eau RB ne peut s'élever : sans acquérir plus de masse, & par-là même plus de force motrice, que n'en a la colonne d'air opposée, laquelle doit céder jusqu'à ce que l'égalité ait lieu. De-là la descente de l'eau dans le Tube AR, jusqu'à environ trente-deux pieds au-dessus du niveau MN : où l'action de la colonne d'eau & la réaction de colonne d'air sont précisément égales.

II°. Le Mercure descend & se soutient beaucoup plus bas que l'eau, dans le même Tube en V, à environ deux pieds & demi au-dessus du niveau du mercure MN : parce que le mercure, ayant beaucoup plus de densité que l'eau, a besoin d'une moindre hauteur pour faire équilibre à la force qui élèveroit l'eau & qui l'élève lui-même dans le tube ; savoir, à la pression de la Colonne aérienne qui gravite sur le bassin MN.

Le Mercure, à égalité de volume, a environ quatorze fois plus de masse que l'eau : il faut donc que sa colonne ait environ quatorze fois moins de hauteur que la colonne d'eau, pour résister & pour faire équilibre à la même force opposée. De-là une plus grande descente dans le Mercure, que dans l'Eau.

630. COROLLAIRE. Il résulte de cette Expérience, que les Liquides ne se soutiennent point à toute hauteur dans le Vuide ;

& qu'ils ne se soutiennent au-dessus de leur niveau, qu'à la hauteur qu'ils doivent avoir pour faire équilibre par leur masse, avec la Colonne aérienne dont la pression lutte contre eux. (Fig. 73).

EXPLICATION. Cette hauteur doit donc être différente ; selon la différente densité des Liquides soutenus dans le Vuide : moindre dans les plus denses, plus grande dans les moins denses, en raison inverse des densités.

631. REMAQUE. Dans le tems où l'on attribuoit encore l'ascension des Liquides dans le Vuide, à l'horreur de la Nature pour le Vuide : Galilée fut fort étonné de voir que cette horreur de la Nature pour le Vuide, avoit des bornes ; que ces bornes varioient, selon la différente densité des liquides : que dans un Tube, de cinquante ou soixante pieds, rempli d'eau, l'horreur pour le vuide n'élevoit l'eau qu'à trente-deux pieds ; & que le vuide supérieur, d'environ vingt ou trente pieds, ne révoltoit plus la Nature : que dans le même Tube, rempli de mercure, l'horreur pour le vuide n'élevoit le mercure qu'à environ deux pieds & demi ; & que le vuide supérieur, de plus de quarante ou cinquante pieds, ne donnoit plus d'action à la Nature. (Fig. 73).

Cette observation, bien constatée & bien vérifiée, fit évanouir la cause fabuleuse, & découvrir la vraie cause de l'ascension des Liquides dans le Vuide. La pression de l'air dut élever les différens Liquides, à différentes hauteurs, en raison inverse de leurs densités ; & jamais à une hauteur supérieure à celle que peuvent produire son poids & son ressort.

#### LA SERINGUE.

632. DESCRIPTION. Soit une Seringue de verre A B C ; munie de son piston D, qui emplisse parfaitement la capacité cylindrique de la seringue, dans la partie qu'il y occupe. (Fig. 97).

I°. Si on plonge verticalement dans l'eau la Seringue, il n'y entre point ou presque point d'eau : parce que l'air intérieur D B, s'il en reste entre le piston & le fond de la seringue, résiste efficacement par son ressort, à la pression de l'air extérieur qui fait effort pour y faire entrer l'eau.

La pression de l'air extérieur, & la réaction de l'air intérieur, étant deux forces égales & opposées : leur effet est nul ; & l'eau n'est sollicitée par aucune force, à s'élever dans le corps de la Seringue.

II°. Si pendant que la Seringue est plongée dans l'eau, on retire le piston de D en A : il entre dans la seringue, un volume d'eau précisément égal au volume d'espace vuide, qu'a

abandonné le piston ; lequel, en passant de D en A, chassé devant lui tout l'air D A.

La raison en est, que la pression de l'air extérieur, force l'air intérieur DB, qui avoit été dilaté par l'éloignement du piston, à reprendre sa première densité : ce qu'il ne peut faire qu'en élevant dans la Seringue, par sa pression sur la surface de l'eau, un volume d'eau égal à l'espace qu'a parcouru le piston en passant de D en A. (626).

III°. Quoiqu'il y ait un volume d'air entre le piston & l'eau : si, après avoir tiré la Seringue hors de l'eau, on pousse rapidement le piston de A vers D, en le laissant arrêté & immobile en D ; l'eau jaillira avec violence par l'orifice C, quoique le piston ne touche point l'eau : parce que l'air comprimé & condensé entre le piston & l'eau, a beaucoup plus de ressort & de force expansive, que l'air extérieur (619) ; & force l'eau à s'échapper par l'ouverture C, malgré la résistance que lui oppose l'action plus foible de l'air extérieur en C : jusqu'à ce que la force constante de l'air extérieur, égale la force décroissante de l'air intérieur,

#### LE BAROMETRE.

633. DESCRIPTION. Soit un Tube de verre GMH, d'environ trois pieds de hauteur, de deux ou trois lignes de diamètre, ouvert uniquement au point H. Que par cette ouverture H, on emplisse d'un mercure très-pur, le tube MG : en l'inclinant d'une manière convenable, pour que le poids du mercure, fasse sortir exactement tout l'air qui y étoit contenu. Que l'on donne ensuite à ce Tube une situation verticale : ce sera un *Barometre* ; instrument dont l'invention est due à Torricelli, disciple de Galilée, vers l'an 1643. (Fig. 88).

634. EXPLICATION. I°. Le Mercure descendra du point G vers A, d'une certaine quantité GA, qui restera vuide d'air & de mercure. En descendant de la quantité GA, le mercure restera dans la boule NH, laquelle doit être remplie de mercure jusqu'à la hauteur DN de son plus grand diamètre. Si le mercure montoit plus haut que N, il faut faire sortir l'excédent ; & s'il montoit moins haut, il est à propos d'ajouter ce qui y manque. Le niveau DN est le point d'où l'on commence à compter l'élevation de la Colonne DA : la partie DM n'est comptée pour rien ; parce que DM fait équilibre avec la partie NM. (Fig. 88).

II°. La Colonne AD de mercure, dans sa hauteur moyenne à Paris, demeure suspendue à vingt-sept pouces & demi au-dessus du niveau DN. Quelle force soutient cette Co-

lonne DA, à cette élévation : d'où sa pesanteur la sollicite persévéramment à descendre ?

Il est évident que cette force, qui fait équilibre avec la colonne de mercure & qui l'empêche de descendre, ne peut être que la *Colonne d'air*, qui exerce sa pression sur la surface N du mercure ; & qui tend à monter dans le Tube dans la direction HMG, avec autant de force que la colonne de mercure tend à descendre dans la direction AMH.

Il est évident qu'une colonne d'air, qui fait équilibre à une colonne de mercure, a autant de pesanteur que cette colonne de mercure : il est donc évident que l'air a en lui-même & par lui-même, une pesanteur réelle.

III°. La colonne de mercure DA, n'aura pas toujours exactement la même élévation. Elle descendra successivement de A en B, de B en C ; pour remonter ensuite de C en B, & de B en A : selon que la colonne d'air qui lui fait équilibre, se trouve actuellement plus ou moins pesante & élastique.

La Colonne AD de mercure s'abaisse : quand la pression de l'air sur la surface N, devient plus foible. La Colonne DC de mercure s'élève : quand la pression de la colonne aérienne sur le mercure N, devient plus grande. De sorte que l'action ou la pesanteur de la colonne de mercure, égale toujours la pression ou la réaction actuelle de la colonne d'air opposée. (637).

IV°. Si on porte successivement ce Barometre à différentes hauteurs sur une montagne : quoique pendant le tems de ce transport, la pesanteur & le ressort de l'air ne souffrent aucun changement ; ce dont on peut s'assurer, en laissant un Barometre semblable & un Observateur attentif au pied de la montagne ; on s'apercevra que la *Colonne de mercure DA*, deviendra toujours plus courte, à mesure que l'on montera plus haut.

La raison en est, que la colonne aérienne, qui fait équilibre avec la colonne de mercure DA, est plus courte, & par-là même moins pesante & moins élastique ; au haut de la montagne, qu'au bas de la même montagne.

V°. Si on met le même Barometre sous le Récipient d'une Machine pneumatique ; & que la Pompe, & le Récipient hermétiquement fermé en N, soient précisément d'égale capacité (Fig. 87) :

Après le premier Coup de piston, l'air contenu sous le récipient, aura perdu la moitié de sa densité (622) ; & par-là même, la moitié de la pression qu'il exerçoit contre la colonne de mercure suspendue dans le tube. En conséquence de quoi, la colonne de mercure descendra de la moitié de

sa hauteur, de A en B, par exemple, de vingt-huit pouces à quatorze.

Après le *second Coup de piston*, l'air du récipient aura encore perdu la moitié de sa densité & de sa pression restantes : en conséquence de quoi, la colonne de mercure descendra encore de la moitié de sa hauteur restante, de B en F; de quatorze pouces à sept.

Après le *troisième Coup de piston*, l'air du récipient, raréfié encore de moitié, perdra la moitié de sa force restante; & le mercure descendra encore dans le tube, de la moitié de sa dernière hauteur, de sept pouces à trois & demi.

Ce fait bien constaté, & facile à vérifier, peut-il laisser quelque doute sur la cause qui soutient la colonne de mercure, dans le Tube vuide d'air? Selon l'Abbé Nollet, une bonne Machine pneumatique fait descendre & soutient la Colonne de mercure, à une ligne au-dessus du niveau CD: comme il l'a fait & éprouvé lui-même. Mais aussi-tôt qu'on permet à l'air extérieur de rentrer sous le Récipient, le mercure remonte avec rapidité dans le Tube, & reprend sa hauteur précédente.

VI°. Si au lieu de raréfier l'air dans le Récipient CDMN, on le condense: le mercure s'élève dans le tube MA, proportionnellement à la densité de l'air du récipient. Par exemple, que le Tube vuide MA ait environ 120 pouces de hauteur; & que le récipient CDM soit tellement fixé à la platine que l'air qu'on y condensera, ne puisse l'en séparer: le mercure, livré à la pression de l'air extérieur, se soutiendra dans le tube vuide à environ 28 pouces de hauteur.

Que par le moyen d'une Pompe pneumatique, on fasse entrer sous le Récipient CDM, une quantité d'air égale à celle qui y étoit déjà: le mercure s'élèvera & se soutiendra dans le tube à une hauteur double, à 56 pouces. Si l'air du Récipient CDM devient quatre fois plus dense: la Colonne de mercure s'élèvera & se soutiendra à une hauteur quatre fois plus grande, à 112 pouces de hauteur au-dessus de son niveau CD. Donc le *Resort de l'air*, est la cause qui soutient le mercure dans le Vuide: donc la force du ressort de l'air, est proportionnelle à sa densité.

635. REMARQUE I. Si on ferme hermétiquement le Barometre GMH au point H, quand la colonne de mercure est élevée jusqu'au point A: cette colonne DA se soutiendra toujours invariablement à la même hauteur, sous un même degré de chaud & de froid: soit qu'on porte ce barometre au sommet des plus hautes Montagnes; soit qu'on le place sous le récipient d'une Machine pneumatique vuide d'air. (Fig. 88).

La raison en est, que le petit volume d'air N H, qui lutte contre la surface du mercure, conserve éternellement la même réaction qu'il avoit au moment où l'ouverture H a été fermée. Cet air renfermé ne presse plus le mercure, en vertu de la pesanteur des colonnes de l'Atmosphère, avec lesquelles il n'a plus de communication : mais il presse le mercure, en vertu de la réaction qu'il avoit, lorsqu'il étoit comprimé par toute la pesanteur de la colonne de l'Atmosphère à laquelle il répondoit, quand la communication a été rompue.

636. COROLLAIRE. De cette Expérience, connue de tout le monde, découlent les deux vérités suivantes : savoir,

1<sup>o</sup>. Que l'Air se comprime par son propre poids ; & acquiert par cette compression, une réaction toujours égale à l'action ou à la pesanteur de toute la colonne aérienne qui le comprime. (Fig. 87 & 88).

II<sup>o</sup>. Que l'Elasticité de l'air, est une élasticité parfaite, & dans son intensité, & dans sa durée.

637. REMARQUE II. Après avoir suffisamment expliqué tout ce qui concerne le Mécanisme physique du Barometre, il nous reste à dire un mot de son usage (\*).

I. Le Barometre marque toujours très-exactement les Changemens de pesanteur ou de ressort, dans l'Air extérieur avec lequel il communique par l'ouverture H : puisque la Colonne de mercure D A, s'éleve plus ou moins ; selon que l'air extérieur est plus ou moins pesant, plus ou moins élastique. (Fig. 88).

Dans un bon Barometre, la hauteur moyenne B D de la colonne de mercure, est d'environ 27 pouces & 10 lignes au niveau de la Mer, en France, en Angleterre, en Italie, au Pérou, au Cap de Bonne-Espérance, en général, dans les quatre parties du Monde. Si quelques modernes Voyageurs l'ont trouvé beaucoup moindre, dans quelques contrées méridionales : on peut suspecter l'exacritude de leurs observations, jusqu'à ce que celles des Bouguer, des La Condamine, de tant d'autres Observateurs célèbres, aient perdu leur autorité.

Dans un bon Barometre, en le supposant placé à différentes hauteurs au-dessus du niveau de la Mer, dans l'intérieur des Continens ou des Isles, la hauteur moyenne B D de la colonne

(\*) ETYMOLOGIE. *Barometre*, mesure du poids de l'air : de *βαρος*, pondus ; & de *μέτρον* mensura. La colonne de mercure, donne le poids d'une colonne d'air d'égal diamètre ; & qui a pour hauteur, la hauteur de l'Atmosphère.

de mercure , varie indéfiniment. Elle est de 27 pouces 6 lignes , dans la Salle de l'Observatoire royal à Paris : de 20 pouces 1 ligne , à Quito dans le Pérou : de 17 pouces 5 lignes , au sommet du Pic de Ténériffe : de 15 pouces 11 lignes , au sommet pierreux du Mont-Pichincha dans le Pérou : de 19 pouces 8 lignes , au sommet de quelques montagnes des Alpes.

Nous montrerons bientôt comment , de cette inégale hauteur de la colonne du mercure , on peut déduire la hauteur des Montagnes , des Villes , des différentes Contrées , au-dessus du niveau des Mers situées sous la même latitude. (663 & 664).

II°. Le Barometre ne marque pas avec la même exactitude , les *Changemens de tems* , plus ou moins prochains , plus ou moins éloignés. Nous avons observé cet Instrument avec assez de soin , pendant plusieurs années , en Dauphiné & en Franche-Comté ; & nous avons vu quelquefois la plus grande élévation , compagne ou voisine du mauvais tems ; assez fréquemment la plus petite élévation , compagne ou voisine du beau tems : la *hauteur moyenne* , compagne indifféremment , pendant des semaines & des mois entiers , du beau & du mauvais tems.

III°. Nous avons observé aussi que les *Barometres les plus communs* , que les Colporteurs vendent au plus vil prix , sont tout aussi propres à annoncer les changemens de tems , que les plus grands & les plus excellens barometres : parce que les premiers , quoique le Mercure s'y élève communément moins haut , montent & descendent proportionnellement , comme les derniers ; selon que la pesanteur & l'élasticité actuelles de l'Atmosphère , souffrent des changemens en plus & en moins.

Les premiers & les derniers , séparés de l'Aspect du ciel & des autres Indices physiques qu'on peut avoir d'ailleurs , sont des garans du beau ou du mauvais tems , sur lesquels on ne peut guere parier qu'un contre un : sur-tout au Printems & en Automne. Mais quand leur rapport concourt & s'accorde avec celui que peut donner la connoissance expérimentale de la Nature en ce genre : alors ces deux rapports se fortifient l'un par l'autre ; & donnent conjointement une incomparablement plus grande Probabilité , qu'ils ne donneroient chacune séparément.

#### LES DIFFÉRENTES POMPES.

Les *Pompes* sont des Machines hydrauliques , destinées à porter l'eau à différentes hauteurs pour les divers usages de

la vie. Il y en a d'*Aspirantes*, de *Foulantes*, d'*Aspirantes & Foulantes à la fois*. Nous allons donner une succinte & lumineuse notion de leur construction, de leur mécanisme, de leur usage. (566)

## POMPES ASPIRANTES.

638. DESCRIPTION. Soit un grand Cylindre creux ABG, parfaitement poli en dedans, & de même diametre dans tout l'espace où doit se mouvoir un Piston de métal M: en telle sorte que l'air ne puisse aucunement s'insinuer entre le piston & la surface intérieure du cylindre. Qu'au fond de ce Cylindre, qui sera plongé dans l'eau, soit une *Soupape V*, qui puisse s'ouvrir en dessus par l'impulsion de l'eau, & se fermer ensuite hermétiquement par son propre poids. (Fig. 94).

Que le Piston M ait dans toute la longueur de son axe, une assez grande *Ouverture MN*, sur laquelle se trouvera une *Soupape N*, propre à s'ouvrir en dessus par l'impulsion de l'eau, & à se fermer ensuite hermétiquement (211) par son propre poids (221). On aura une *Pompe aspirante*, dont voici le mécanisme physique.

I°. Que le Piston de métal M, par son propre poids, descende jusqu'au fond de la pompe & jusqu'à la surface de l'eau. Il n'y aura point de vuide, entre le piston & l'eau.

II°. Que le Piston, livré à l'action de la Puissance P, s'élève de V en M, à environ un pied au-dessus de la surface de l'eau. Il se fera un vuide, entre V & M; & la pression de l'air extérieur qui peut élever l'eau à trente-deux pieds dans le Vuide, l'élèvera aisément & promptement à la hauteur d'un pied: en forçant la soupape inférieure V à s'ouvrir & à lui donner passage dans l'intérieur de la pompe VM. (630).

III°. Quand la Puissance P, qui a élevé le Piston en M, cessera d'agir: le piston M, beaucoup plus pesant qu'un égal volume d'eau, tendra par son excès de pesanteur, à se précipiter en V.

Comme la *Soupape V* se ferme & par son propre poids & par le poids du piston & par le poids de l'eau qu'elle supporte: à mesure que le piston M descend, l'eau qu'il presse, s'élève au-dessus de lui, par son ouverture diamétrale N; & quand le piston arrive en V, toute la colonne d'eau MV, d'un pied de hauteur, se trouve placée au-dessus de lui.

IV°. Quand le Piston remonte à la hauteur d'un pied, de V en M: il chasse devant lui la colonne d'eau MV, qu'il supportoit. Il forme donc un nouveau Vuide d'un pied



de hauteur, entre V & M : lequel vuide est bientôt rempli par l'eau que la pression de l'air extérieur fait entrer dans la pompe, par la Soupape V.

V°. Quand la Puissance P cesse encore d'agir : le Piston, par son excès de pesanteur, descend encore de M en V ; & la nouvelle Colonne d'eau, interceptée entre le piston M & la soupape V, s'ouvre un passage par l'ouverture & la soupape N, au-dessus du piston, & va occuper l'espace NA.

A force de monter & de descendre de la même manière, le Piston élève au-dessus de lui une colonne d'eau, qui viendra couler en CD, à toute hauteur donnée : tant que la Puissance P fera jouer la Pompe aspirante. (*Antlia quæ agit quasi sugendo & aspirando aërem : unde enascitur Vacuum*).

VI°. Quand même le Piston M auroit son jeu à vingt-cinq ou trente pieds au-dessus de la surface de l'eau : il ne laisseroit pas d'élever l'eau de la même manière. Supposons que le Piston M, placé à vingt-huit pieds au-dessus de la surface de l'eau BG, se meuve de M en H, & de H en M.

Lorsque le piston descend de M en H, il comprime l'air intercepté entre M & V ; & cet air comprimé ouvre par son ressort la Soupape N, & se porte au-dessus du piston. Lorsque le piston monte ensuite de H en M, il chasse devant lui l'air qui est placé au-dessus de la Soupape fermée N, & raréfie l'air qui est intercepté entre le piston & la soupape V.

La Colonne d'air MV, se trouvant raréfiée, a moins d'action que l'air extérieur plus dense, qui presse la surface de l'eau. Pour rétablir l'équilibre, l'air extérieur, par son excès d'action, fait monter dans la pompe, par la Soupape V, un volume d'eau, égal au volume d'air qui s'échappe par la soupape supérieure N, toutes les fois que le piston descend de M en H. (627).

L'eau s'élèvera donc successivement dans la Pompe VM, jusqu'à ce qu'elle atteigne le piston M ; & alors le piston, en descendant dans la Colonne d'eau, la fera monter au-dessus de lui par l'ouverture N.

Mais si la hauteur VM excédoit trente-deux pieds, la Colonne d'eau n'atteindroit jamais le piston : parce que la pression de l'air extérieur ne peut élever l'eau dans le Vuide, à plus de trente-deux pieds de hauteur. (630).

VII°. Il n'est pas nécessaire que la Pompe aspirante soit, dans toute sa hauteur, polie & cylindrique : telle qu'elle l'est dans l'espace MH, où se meut le piston. Au-dessus & au-dessous de l'endroit où se meut le piston, on peut la faire de telle matière & lui donner telle figure qu'on voudra.

639. REMARQUE. Nous avons vu que les Liquides gravitent en raison composée de leurs hauteurs & de leurs bales : quelle que soit la capacité du reste du vaisseau qui les contient. (575).

Si donc le Piston M est de telle largeur, que la colonne d'eau dont il est la base, pese dix livres par pied ; & que le Tuyau montant NA, quelle que soit sa figure & sa grandeur, ait trente pieds de haut : la somme de la charge qui lutte contre le piston M & contre la puissance P, sera 300, produit de 30 par 10.

On ne gagne donc rien, en faveur de la Puissance P, à faire les Tuyaux plus étroits au-dessus du piston. Mais on peut gagner beaucoup à cet égard, à placer le Piston à une hauteur convenable au dessus de la surface du puits ou du réservoir BG.

#### POMPES ASPIRANTES ET FOULANTES.

640. DESCRIPTION. Soit un cylindre creux ABVN ; un piston non percé M ; une soupape V ; un canal CD ; une autre soupape C qui s'ouvre dans la direction CD. On aura une *Pompe aspirante & foulante*. (Fig. 95).

I°. Quand le Piston monte de V en M ; la soupape C se ferme hermétiquement par son propre poids : la soupape V s'ouvre par l'impulsion de l'eau, que la pression de l'air extérieur élève dans le vuide VM.

II°. Quand le Piston descend de M en V : la soupape V se ferme ; l'autre soupape C s'ouvre ; & l'eau MV pressée & foulée par la Puissance P, s'échappe par le canal CD, & jaillit en F.

Si le canal CD est un *Canal flexible de cuir* : on pourra diriger en tout sens, l'eau qu'il élance avec une force proportionnée à la force foulante.

III°. Si on associe à cette pompe aspirante & foulante ; une autre pompe semblable & parallèle à celle-ci : on aura une *Pompe double*, qui jettera l'eau sans interruption par-tout où l'on voudra. (Fig. 93).

Par le moyen d'un double levier, dont le point d'appui N sera placé entre les deux Cylindres creux : l'un des deux pistons montera, quand l'autre descendra ; & par conséquent, l'eau continuellement foulée dans l'une des deux Pompes A & B, s'échappera continuellement par l'un des deux canaux VD, qui ont une commune embouchure D. Cette Pompe portative est d'un usage merveilleux dans les Incendies.

## LE SYPHON : SON MÉCHANISME PHYSIQUE.

641. DESCRIPTION. Soit SDH un Tube recourbé de verre ou de métal, ou de telle autre matière solide : ce sera un Syphon. (Fig. 83).

La jambe plus courte DS étant plongée dans un Liquide quelconque ; si on pompe l'air avec la bouche par l'extrémité de la jambe plus longue en H : le Liquide coulera par cette jambe plus longue ; tant que l'extrémité S de la jambe plus courte sera plongée dans le liquide. On pourra vider par ce moyen, une bouteille ; un tonneau, ou tel autre vase qu'on voudra : pourvu que la colonne liquide à élever, n'excede pas en pesanteur une colonne d'air de même volume. (630).

EXPLICATION. Avant que l'on pompe l'air en H ; la colonne d'eau ne s'élève dans le syphon non capillaire SD, qu'au niveau de l'eau contenue dans le Vase : parce que les Liquides homogènes, livrés à leur simple gravitation, se mettent par-tout de niveau dans des tubes ou dans des réservoirs communicans (571). Si la colonne d'air MS fait effort pour faire monter l'eau dans le tube SD : la colonne d'air KHD fait un effort égal pour empêcher l'eau de monter dans le même tube. Ces deux forces égales & opposées se détruisent réciproquement ; & l'eau n'est élevée & soutenue dans le Tube, que par la pression des colonnes aqueuses adjacentes.

Mais quand on pompe l'air en H ; l'eau du vase se porte contre sa gravitation, de S en D : parce que la pression de l'air extérieur, est capable d'élever l'eau dans le Vuide, jusqu'à la hauteur de trente-deux pieds. La colonne aérienne MS a tout son effet de pression & d'impulsion ; tandis que la colonne opposée KHD n'a plus son effet de résistance & de réaction, quand on pompe l'air en H.

L'eau élevée en D par la pression de l'air MS, descend en H ; & vient emplir la bouche de celui qui pompoit & rarésoit l'air du Syphon. Après quoi l'eau continue à couler sans interruption ; & c'est ici que commence proprement le phénomène du Syphon, qu'il s'agit ici d'expliquer.

1°. La colonne d'air MS tend à porter l'eau contenue dans le syphon, dans la direction SD : la colonne d'air KH tend à porter l'eau contenue dans le syphon, dans la direction HD. Ces deux Colonnes aériennes ont pour hauteur commune la hauteur de l'Atmosphère, qui est certainement de plus de six lieues, qui est vraisemblablement de quinze ou seize lieues (665). La plus courte MS ne

diffère donc qu'infiniment peu de la plus longue KH : elles sont donc sensiblement égales en pesanteur & en pression.

Mais ces deux colonnes aériennes, sensiblement égales, luttent ici contre des poids inégaux. Car la colonne d'air MS, lutte contre la colonne d'eau plus courte & moins pesante SD : tandis que la colonne d'air KH, lutte contre la colonne d'eau plus longue & plus pesante HD. La colonne d'eau DH, par son excès de gravitation, agit donc avec plus de force contre la colonne d'air KH ; que l'autre colonne d'eau DS, contre la colonne d'air MS. La colonne d'air KH, chargée d'un plus grand poids que la colonne MS, doit donc céder selon cet excès de pression qu'elle essuie, & qui détruit en partie son action. La colonne d'eau DH, plus pesante que la colonne d'eau DS, doit donc, par son excès de pesanteur, descendre & couler persévèrement en H.

Mais comme l'eau ne peut couler de D en H, sans laisser un Vuide en D, vuide qui sera à l'instant rempli : à mesure que ce vuide se forme ou tend à se former, la colonne d'air MS, par son action victorieuse, force l'eau à s'y porter incessamment, & à occuper persévèrement l'espace qu'abandonne l'eau qui coule en H.

II°. Si les deux jambes du Syphon, étoient d'égale longueur DS & DA ; l'eau demeureroit suspendue en double colonne dans le syphon, sans couler ni en A ni en S : parce que ces deux colonnes d'eau SD & AD seroient poussées vers D par la pression des deux Colonnes d'air, égales & également chargées MS & KH.

Si la jambe plus courte du syphon, étoit placée hors de l'eau ; en pompant l'air en *n*, on attireroit également l'eau : parce que la pression de la colonne d'air MS, auroit son plein effet pour élever l'eau dans le vuide SD*n*.

Mais à l'instant qu'on cesseroit de pomper l'air ; loin de couler en *n*, l'eau remonteroit de *n* en D, & se précipiteroit dans le Vase : parce que la colonne d'air qui presseroit l'eau en *n*, dans la direction *n*DS, auroit un moindre poids à soutenir, & perdrait une moindre partie de son action, que la colonne d'air opposée MS. La colonne d'air moins chargée par le poids de l'eau en *n*, perdant moins de son action par la résistance du poids qu'elle supporte, a un excès d'action sur la colonne d'air opposée ; & la force à lui céder. L'eau contenue dans le Syphon, livrée à l'action de ces deux forces opposées, qu'elle rend inégales en gravitant plus sur l'une que sur l'autre, cède à la pression de la force qui reste plus grande, & coule de *n* en D & en S.

III°. Si la jambe SD du syphon avoit plus de trente-

deux pieds de hauteur au-dessus de la surface de l'eau ; et vain on pomperoit l'air en H pour y attirer l'eau : parce que la *pression des Colonnes d'air MS*, ne peut élever & soutenir l'eau dans le Vuide, qu'à environ trente-deux pieds de hauteur. On voit par-là que le Syphon n'est pas propre à porter l'eau à toute hauteur. (628 & 630).

Plus la jambe extérieure DH du syphon, excède en longueur la jambe qui est plongée dans l'eau ; plus l'eau coule en abondance en H : parce que plus la colonne d'eau DH a de longueur, plus elle a de pesanteur propre à détruire la pression de la colonne aérienne KH, qui s'oppose au libre écoulement de l'eau ; & qui empêche que la colonne aérienne opposée MS n'ait son plein effet de pression.

Si la colonne d'eau DH, avoit trente-deux pieds de hauteur : elle détruiroit totalement l'action de la colonne d'air KH ; & la colonne d'air MS auroit son plein & entier effet de pression sur la colonne d'eau SD, comme si elle la pressoit dans un Vuide parfait.

#### L'EOLIPILE ET LES VENTOUSES.

642. DESCRIPTION I. L'*Eolipile* est un vase creux de verre ou de métal, en forme de poire AB : en voici l'artifice ou le mécanisme. (Fig. 89).

I°. Si on pose l'*Eolipile* sur des charbons ardents ; l'air intérieur se dilate par la chaleur, & en se dilatant, s'échappe au dehors par la petite ouverture N : ce qui produit un *Vent continu* en N, tant que dure la dilatation ; vent qui a sa direction du dedans au dehors.

II°. Si on laisse ensuite refroidir l'*Eolipile*, l'air intérieur se condense par le froid ; & l'air extérieur se précipite incessamment dans l'intérieur de l'*éolipile*, par l'ouverture N, à mesure que l'air intérieur devient plus dense & occupe un moindre espace : ce qui produit en N, un *Vent continu* opposé au précédent.

III°. Si, quand l'*Eolipile* est extrêmement échauffé, on pose son embouchure N sur une eau fraîche : la pression de l'air extérieur fait entrer l'eau en torrent dans l'intérieur de ce vase & le volume d'eau NB ; AN qui s'y précipite, est égal au volume d'air que la dilatation en avoit fait sortir. (627).

IV°. Quand l'*Eolipile* AB est rempli en partie d'eau & en partie d'air ; si on le pose sur des charbons ardents, en telle sorte que l'eau occupe la partie ABN : la dilatation de l'air & la vapeur de l'eau, exerçant de concert leur force expansive contre l'eau inférieure, la feront jaillir avec violence à une très-grande hauteur M.

Si

Si ce même Eolipile est rempli d'esprit-de-vin dans la partie  $ABN$  : en présentant une bougie allumée à l'orifice  $N$ , on fera naître un *Jet de feu NM*, qui durera jusqu'à l'entier écoulement de l'esprit-de-vin.

643. DESCRIPTION II. Les *Ventoufes* sont des vases de verre ou de terre  $AB$ , propres à s'appliquer contre les chairs. (*Fig. 96*).

I°. Si dans le fond du vase  $AB$ , on met de l'étoupe enflammée, l'air intérieur s'y dilate extrêmement par la chaleur. Que l'on applique promptement le large orifice  $B$  de ce vase, sur une partie charnue du corps humain. A mesure que l'air intérieur se condense, par la cessation du feu : il s'y forme un Vuide considérable, que l'air extérieur ne peut remplir.

II°. L'Air contenu dans les chairs sur lesquelles la Ventoufe est appliquée, tend par sa force expansive à se porter dans ce Vuide  $BA$  ; élève les chairs ; en ouvre les pores ; & se précipite peu à peu dans la Ventoufe, en y entraînant le sang & les humeurs où il étoit engagé. Et cette action dure & subsiste, en s'affoiblissant de plus en plus : jusqu'à ce que l'air de la Ventoufe, qui devient incessamment plus dense, égale en densité & en force expansive, l'air contenu dans les humeurs, dans le sang, dans les chairs.

#### PROPOSITION IV.

644. L'Air est un fluide que le froid condense, que la chaleur dilate, dont le feu augmente le ressort, dont l'action est nécessaire à la vie des animaux, à la végétation des plantes, à l'entretien de la flamme.

DÉMONSTRATION. Trois expériences physiques vont séparément établir & constater la vérité de toutes les parties de cette proposition.

645. EXPÉRIENCE I. Soit le Tube  $AB$ , fermé en  $A$  & ouvert en  $B$  ; plein d'eau dans la partie  $SB$ , plein d'air dans la partie  $SA$ . (*Fig. 73*).

I°. Si l'on chauffe le Tube  $AS$  : on verra l'air intérieur  $AS$  occuper un plus grand espace  $AR$  ; & forcer l'eau à s'abaisser de  $S$  en  $R$ . Donc l'Air se dilate par la chaleur.

II°. Cet air  $AR$ , ainsi dilaté par la chaleur, résiste à l'action de l'air extérieur qui est plus dense, & qui tend à élever l'eau dans le tube jusqu'en  $S$ . Donc l'Air dilaté par la chaleur, augmente en ressort, à mesure qu'il décroît en densité : la chaleur intrinsèque qui l'anime, suppléant à la densité qu'il perd.

Ce phénomène n'a rien de contraire à ce que nous avons fait voir ailleurs ; savoir , que l'air croît en ressort , comme il augmente en densité : quand la température est la même.

III°. Si on enveloppe de glace le Tube AS : on verra l'air intérieur AS occuper un moindre espace  $x$  A ; se réduire à un plus petit volume ; laisser monter l'eau à une plus grande hauteur dans le tube , de S en  $x$ . Donc *l'Air se condense par le froid.*

Si on rend l'air AS à sa première température : au même degré de froid ou de chaud qu'auparavant , il reprend précisément son même volume AS. D'où il résulte évidemment que l'augmentation & la diminution de volume , dont nous venons de parler , ont pour causes physiques , celles que nous venons d'assigner.

646. EXPÉRIENCE II. Si sous le Récipient d'une Machine pneumatique , on met un chat , ou un lapin , ou un poulet , ou un pigeon , ou un oiseau quelconque : ces animaux y perdent la vie , presque aussi-tôt qu'on a pompé l'air & produit le vuide.

Si sous le même Récipient , on met un bassin plein d'eau , dans lequel nagent des poissons : la soustraction de l'air les fait également périr , quoique beaucoup plus difficilement.

L'expérience démontre donc que *l'action de l'Air , est nécessaire à la vie des Animaux.*

647. EXPLICATION. La Vie animale est principalement attachée au mouvement du Cœur & à la circulation du Sang. Ce double Principe doit principalement son jeu & son action , à la pression & au ressort de l'air.

I°. En s'insinuant dans les poumons , l'air s'y chauffe , y augmente en volume & en force expansive. Par son volume & par son ressort ainsi augmentés , il presse le Sang échappé du Ventricule droit , & le force à se porter dans le Ventricule gauche. (516).

Cette action , ce principe de mouvement & de vie , manque à l'Animal : dès que l'air cesse de se renouveler dans ses poumons.

II°. L'air extérieur , en exerçant en tout sens sa pression sur les diverses parties du Corps animal , presse & foule les Veines ; & facilite le retour du Sang , des veines dans le cœur : ressource qui manque à l'Animal , dès que l'air extérieur cesse d'agir sur lui avec sa force ordinaire.

III°. Il est certain qu'il y a dans le sang & dans les humeurs des Animaux , une assez grande quantité d'air fluide & élastique , dispersé & interposé entre les molécules de ces

Liquides ; & que cet air en entretient par son ressort, la fluidité, le mouvement, la circulation : ce qui n'a plus lieu, quand l'Animal cesse de respirer en liberté, un air propre à remplacer incessamment celui qui sans cesse se dissipe ou perd son ressort, dans la circulation & dans la transpiration.

D'ailleurs, cet *Air intérieur*, cet air logé & dispersé dans les pores de toute la substance animale, dans les veines, dans les artères, dans les chairs, dans les os, est ou doit être en équilibre avec l'air extérieur dont il contrebalance la pression, par son ressort. Donc si, par la soustraction de l'air extérieur, on rompt cet équilibre : l'air intérieur, par sa force expansive, doit se dilater avec violence ; enfler les parties & rompre les canaux qui le captivent ; déplacer & confondre le sang & les humeurs ; interrompre & détruire toute l'Economie animale, d'où dépend essentiellement la permanence de la vie.

IV°. Les Animaux qui vivent dans l'eau, tels que les Poissons & les Amphibies, résistent plus long-tems à la soustraction de l'air, que les animaux accoutumés à vivre toujours dans cet élément : parce que les animaux aquatiques ont une *Constitution particulière*, qui exige une moindre quantité d'air ; & à laquelle suffit pendant un assez longtems, la petite portion d'air qui se trouve mêlée dans l'eau. (651).

Ils périssent cependant à la fin, faute d'air : parce que dans le Vuide, l'air s'échappe aussi du sein de l'eau, par son élasticité ; & que l'eau cesse enfin d'en contenir une quantité suffisante à la vie de ses habitans.

V°. Quand, après avoir pompé l'air, on le rend subitement au Récipient : on y voit l'Animal éprouver une horrible secousse, dans tout l'intérieur de sa machine.

La raison en est, qu'en rentrant avec une inconcevable impétuosité dans l'intérieur de l'Animal, l'air imprime au sang & aux humeurs une impulsion destructive, qui souvent rompt ses poumons, ses veines, ses artères ; & fait jaillir son sang au dehors, par les canaux qu'il a déchirés & rompus.

VI°. Les Animaux domestiques languissent d'abord & périssent à la fin, dans un asyle où l'air ne se renouvelle pas en liberté : soit parce qu'ils y respirent un air infecté d'exhalaisons malsainantes ; soit parce que cet air, sain d'ailleurs, en passant & repassant sans cesse dans leurs poumons, se charge de vapeurs qui lui font perdre sa *vertu élastique* : vertu nécessaire pour mettre en jeu les organes, & pour produire la circulation du sang & des humeurs.

La plupart des Animaux aquatiques ont aussi besoin de renouveler de tems en tems, l'air qui met en jeu leurs or-



ganes ; & c'est pour cela qu'on voit si souvent les Poissons s'élançer hors de l'eau , pour y respirer plus en liberté. Dans un Vivier glacé , on a soin de faire des trous à la glace : pour empêcher le poisson d'y périr faute d'air.

VII°. S'il est vrai qu'on ait trouvé dans l'intérieur de certains arbres ou de certains rochers , quelques animaux , tels que des serpens & des crapauds , qui y vivoient sans qu'ils parussent avoir aucune communication avec l'air extérieur : il est vraisemblable que ces animaux avoient un renouvellement d'air , par quelque route qui a échappé à l'œil des Observateurs ; ou que les substances solides ou liquides qui leur servoient de nourriture , dans ces ténébreuses prisons , leur fournissoient persévérément une nouvelle masse d'air , qui se renouvelloit sans cesse dans eux par la nutrition. comme il arrive à certains poissons toujours fixés au fond de l'eau ; & à qui l'eau seule fournit sans cesse une nouvelle quantité d'air , suffisante à leur organisation , à leur constitution , à leur nature.

VIII°. *L'analogie d'Organisation* , qui se trouve entre le Regne animal & le Regne végétal , fait aisément concevoir que l'air doit être nécessaire à la vie des Végétaux , comme à la vie des Animaux.

L'air entretient la fluidité & le mouvement des suc nourriciers dans les Plantes , comme dans les Animaux. *La soustraction de l'air* , produit de plus prompts & de plus grands ravages dans le Corps animal , qui a de grands canaux & de grands réservoirs aériens ; que dans le Corps végétal , où ces canaux & ces réservoirs aériens sont moindres. Mais l'action de l'air est absolument nécessaire à la vie des animaux & des végétaux ; & on voit les plantes languir & périr bientôt , dans un lieu où l'air manque de ressort , où l'air ne se renouvelle pas en liberté.

648. EXPÉRIENCE III. Que l'on mette une *Bougie allumée* , sous le Récipient d'une Machine pneumatique. Cette bougie donne sa flamme ordinaire , avant qu'on pompe l'air ; elle donne une flamme plus foible & moins éclatante , à mesure que l'air se raréfie : elle s'éteint enfin , quand l'air est presque totalement extrait.

Sous le même Récipient , après la soustraction de l'air , la *Poudre à canon* , exposée au foyer d'une loupe ou d'un miroir ardent , se consume sans bruit & sans éclat ; & s'exhale en une épaisse fumée , dans laquelle on aperçoit à peine une petite flamme bleuâtre , qui est due à un foible reste d'air extrêmement raréfié sous le récipient.

Dans le Vuide (624) , le choc d'un briquet & d'une pierre

à feu, ne donne point la même étincelle qu'en plein air.

Quand une *Lampe*, allumée depuis long-tems dans un petit espace bien fermé, paroît être sur le point de s'éteindre: si on ouvre la porte de la lanterne ou du lieu quelconque où se trouve placée cette lampe, on la voit prendre une nouvelle vie, un nouvel éclat, à mesure que l'air se renouvelle.

De tout cela il résulte évidemment que *l'Air est nécessaire à la production & à l'entretien de la flamme*. Mais quelle analogie peut-il y avoir entre la flamme & l'air? Quelle influence peut avoir l'élément de l'air sur l'élément du feu?

649. EXPLICATION. Quelle que soit la *nature du Feu*: il est vraisemblable que la flamme consiste dans un mouvement de vibration, persévérément imprimé aux molécules du corps inflammable; lesquelles se dissipent en fluide très-subtil, mu en tout sens.

Un *mouvement de vibration en tout sens*, dans les molécules d'un corps qui se consume, exige la réaction d'un fluide environnant, qui par sa force expansive entretienne l'explosion permanente des molécules entre lesquelles il s'insinue; & entre lesquelles il se dilate & se débande avec violence: à mesure que l'ignition augmente & son volume & son ressort. De-là la nécessité de l'air, pour la production & pour l'entretien de la flamme.

1<sup>o</sup>. L'Air trop raréfié sous le Récipient d'une Machine pneumatique, n'a pas assez d'action & de ressort, pour s'insinuer avec violence entre les particules enflammées de la bougie ou de tel autre corps combustible; pour refouler puissamment, par sa force expansive, le Feu de ces particules embrasées, dans celles qui restent à embraser; pour répercuter & accumuler ce feu dans le sein du corps combustible, où il doit persévérément diviser ses parties, dégager son phlogistique, dilater l'air uni & combiné avec la substance; & donner lieu à cet air intérieur, de sortir avec violence de ses prisons, & de darder en torrens impétueux, les particules divisées qui s'opposent à son expansion.

La Poudre à canon, dans le Vuide, ne donne point une explosion vive & bruyante, une flamme vive & lumineuse: parce que l'air affoibli par sa raréfaction, ne peut point aider suffisamment l'action du feu extérieur qui agit sur la poudre.

Une Lampe, dans un petit espace bien fermé, exhale des vapeurs qui affoiblissent d'abord & détruisent à la fin le ressort de l'air environnant. Cet air se trouve alors privé de

la vertu nécessaire pour imprimer à la substance huileuse , le mouvement de vibration qui doit en darder les particules enflammées , & refouler leur feu dans les parties qui restent à enflammer.

II°. De quelque maniere que l'action de l'Air contribue à la production & à l'entretien de la flamme ; soit qu'il en soit simplement la cause , soit qu'il en devienne lui-même partie ; il est certain :

En premier lieu , qu'aucun Corps combustible ne peut brûler & se consumer , sans le concours de l'air ; & que plus l'air agit librement & fortement sur les corps enflammés ou embrasés , plus il les fait brûler rapidement :

En second lieu , que les Corps combustibles , tels que le bois , peuvent être long-tems exposés à l'action du feu le plus violent , dans des vases clos , sans qu'ils brûlent & se consomment. Pénétrés d'un feu étranger , leur propre substance reste inaltérable : tant que l'air extérieur ne s'insinue point avec le feu , entre leurs parties intégrantes.

III°. Ce dernier phénomène , connu de tous les Chymistes , semble convertir en démonstrations , l'explication que nous venons de donner , au sujet de la combustion des corps : explication dans laquelle nous supposons à l'air environnant , une action réelle & immédiate , une action expansive & explosive , sur les parties internes des corps que le feu divise & consume.

On pourroit peut-être aussi inférer , de cette dernière expérience , de ce dernier phénomène , que l'air est comme un intermède nécessaire entre le Feu & les Corps combustibles ; sans lequel n'existe point une affinité réelle entre le feu & ces corps ; & par le moyen duquel est produite une telle affinité , en vertu de laquelle le Feu devient pour ces corps , un vrai Dissolvant. (87 , 101 , 110).

L'AIR DANS LES CORPS : AIR INTERPOSÉ , AIR  
FIXE ET COMBINÉ.

650. OBSERVATION. L'Air qui enveloppe le globe terrestre , se trouve aussi en plus ou moins grande quantité dans l'intérieur des corps : mais il s'y trouve dans deux états fort différens , qu'il est important de ne point confondre.

I°. Dans certains corps & dans certaines circonstances , l'Air est simplement logé , dispersé , interposé entre leurs parties intégrantes : mais sans adhérer à ces mêmes parties & sans être combiné avec elles. Tel est l'air dans les pores d'une éponge , d'une étoffe.

Cet air , compressible & dilatable , fluide & élastique , ne diffère point de l'air naturel , de l'air que nous respi-

rons. Cet air ne fait point partie constituante des corps où il est logé : puisqu'on peut l'en séparer par des moyens purement mécaniques, par exemple, en comprimant ces corps, on en raréfiant l'air qui les enveloppe; sans détruire leur nature.

II°. Dans la plupart des corps, outre l'air naturel, logé & dispersé dans leurs pores, il y a une très-grande quantité d'Air combiné avec leur substance, d'air privé de sa fluidité & de son élasticité, d'air qu'on ne peut séparer de ces corps, qu'en les décomposant, qu'en détruisant leur nature.

Cet air ainsi combiné avec les corps, doit être regardé comme un de leurs principes primitifs, comme une de leurs parties constituantes. (7 & 180).

#### PROPOSITION V.

651. *Les différens Corps, solides ou liquides, contiennent dans leurs pores, une petite quantité d'air pur & non-combiné: ils contiennent, du moins pour la plupart, une immense quantité d'air fixe & combiné avec leur substance.*

DÉMONSTRATION I. L'expérience & la spéculation vont de concert faire voir & sentir la vérité de la première partie de cette proposition: soit dans les corps solides, soit dans les corps liquides.

I°. Dans un Vase plein d'eau, plongez un morceau de Pierre ou de Bois; & placez ce vase, sous le récipient d'une Machine pneumatique. A mesure que le piston descend & raréfie l'air du récipient: on voit de petites bulles d'air, sortir de toute part du sein de la pierre ou du bois; & s'ouvrir un passage au dessus de la surface de l'eau. Il est facile, d'après les principes que nous avons établis, de rendre raison de ce phénomène.

Après qu'on a pompé l'air du Récipient: l'air renfermé dans les pores de la pierre ou du bois, se dilate; & par son expansion, se porte & s'accumule à l'extrémité des pores où il trouve une issue. Comme l'air est moins pesant que l'eau: l'eau, par son excès de pesanteur, force les bulles d'air à monter au-dessus de sa surface.

Quand ensuite on rend l'air au Récipient: la pression de l'air extérieur, force l'air contenu dans les pores de la pierre ou du bois, à reprendre sa densité primitive; & fait entrer dans les pores de ces substances, un volume d'eau égal au volume d'air qui s'en est échappé (627): de sorte que la pierre & le bois se trouvent plus mouillés, qu'ils ne l'eussent été par leur simple immersion dans l'eau en plein air.

II°. Sous le récipient d'une Machine pneumatique, placez

plusieurs verres ; & sans les remplir entièrement , mettez du lait dans le premier , de la biere dans le second , de l'eau dans le troisieme , de l'esprit - de - vin dans le quatrieme : ensuite pompez l'air. Vous verrez des bulles d'air , du sein de ces liqueurs , se porter à leur surface.

L'eau tiede & l'esprit-de-vin semblent bouillonner : parce que les bulles d'air qui se dilatent au sein de ces Liquides , ne trouvant point de viscosité à vaincre dans l'eau & dans l'esprit de-vin , se portent rapidement & comme sans obstacle à la surface de ces liquides : ce qui imite assez sensiblement le mouvement d'ébullition.

Le lait & la biere s'enslent , s'accumulent en vôte , se répandent hors du vase : parce que l'air dilaté dans ces Liquides , se trouvant captivé par leur viscosité , les élève plus facilement qu'il ne les divise ; les expulse hors du vase , avant qu'il soit venu à bout de les séparer , & de s'ouvrir un libre passage à travers leurs molécules visqueuses & adhérentes entre elles.

III°. Par un Jugement d'analogie , on peut conclure que les autres corps solides & liquides , ainsi que ceux dont nous venons de parler , contiennent aussi dans leurs pores , une certaine quantité d'air naturel , d'air fluide & élastique , d'*Air non-combiné* avec leur substance. C. Q. F. D.

652. DÉMONSTRATION II. Il nous reste à faire voir que la plupart des Corps naturels contiennent une bien plus grande quantité d'*Air combiné avec leur substance* , d'air principe & partie constituante des corps. ( *Fig. 92* ).

Soit un large Tube de verre *ANDC* , qui ait un petit Tuyau latéral à robinet , par où l'on puisse pomper l'air avec la bouche en B. Par l'ouverture C , on fait entrer d'abord dans la boule A , le corps que l'on veut dissoudre. On pose ensuite perpendiculairement sur la surface de l'eau , le tube *ADC* ; & on pompe l'air en B , jusqu'à ce que l'eau s'élève & se soutienne en colonne à une certaine hauteur D. Enfin , après avoir fermé le robinet B , on concentre les rayons du soleil sur le Corps à dissoudre , par le moyen d'une Loupe V , mastiquée à la boule A.

I°. A mesure que le Corps A se dissout par l'action du feu solaire : l'eau est forcée à descendre de D vers C , par la réaction de l'air *AND* , qui augmente incessamment en volume & en ressort , jusqu'à l'entiere dissolution du corps qui se consume dans la boule A.

II°. Après l'entiere dissolution du Corps A , on laisse refroidir tout ce petit attirail : jusqu'à ce qu'il soit revenu au même degré de température qu'il avoit avant que la loupe

l'échauffât. Mais à mesure que l'air intérieur se condense par la dissipation du feu, on voit l'eau remonter de C vers D; & quand l'air intérieur a repris son équilibre avec l'air extérieur, l'eau cesse de monter, & s'arrête à un point fixe F.

III°. On mesure ensuite la quantité d'eau qui étoit contenue dans l'espace DF, d'où l'eau a été expulsée; & par-là, on a le volume d'air qui s'est échappé du sein du Corps combustible A, pendant la dissolution.

Car il est clair que la *Colonne d'eau*, n'a été repoussée de D en F: que parce que l'air intérieur a augmenté en volume, d'une quantité capable d'emplir cet espace DF. Il est clair de même que cette quantité d'air nouveau, ne peut venir que du sein du corps dissous: puisque si on fait la même opération, sans mettre aucun corps combustible dans la boule A, la colonne d'eau DC, après le refroidissement, revient précisément au même point D, où elle s'élevoit auparavant. C. Q. F. D.

653. REMARQUE. En connoissant le volume DF d'eau déplacée, (ce qu'il est facile de connoître): on connoitra par-là même, le *Volume d'air*, qui étoit contenu dans le Corps qui vient d'être dissous dans la boule A. Par cette méthode, ou par d'autres méthodes semblables, on a trouvé:

I°. Qu'un pouce cubique de *sang de Cochon*, contenoit & rendoit trente-trois pouces cubiques d'air.

II°. Qu'un pouce cubique de *corne de Daim*, contenoit & rendoit deux cens trente-quatre pouces cubiques d'air.

III°. Qu'un pouce cubique de *Chêne*, donnoit deux cens cinquante-six pouces cubiques d'air.

IV°. Qu'une petite quantité de *Poudre à canon*, donnoit un volume d'air environ deux cens fois plus grand que son volume.

V°. Que le soufre, l'eau-forte, & quelques autres corps, loin de donner de l'air, dans leur combustion, absorboient au contraire une partie de l'air contigu: de sorte qu'au lieu d'abaïsser la colonne d'eau DC, ils l'élevoient de D vers N.

654. COROLLAIRE. Il résulte de ces Expériences, que l'Air que nous respirons, doit différer notablement de l'Air combiné avec les Corps, du moins quant à la manière d'être.

EXPLICATION. L'air que nous respirons, est évidemment fluide & élastique, aussi bien que celui qui se trouve simplement dispersé & interposé dans les pores des Corps, entre leurs parties intégrantes; & qu'on peut séparer de ces parties, par l'opération de la Machine pneumatique, par la Compression, par d'autres moyens purement mécaniques.

Mais l'air qui se trouve uni & combiné avec les parties intégrantes des corps, qu'on ne peut séparer de ces corps qu'en les analysant, en les décomposant, en les dénaturant, paroît manquer totalement & de fluidité & d'élasticité: puisque l'immense quantité d'air qui se trouve combinée dans le chêne, ne donne aucun signe de fluidité dans les parties divisées & broyées de cette substance, où il paroît toujours fixe & solide, jusqu'au tems de sa dissolution; & que si l'immense quantité d'air qui se trouve combinée avec le sang des animaux, avoit son élasticité naturelle, elle devroit, à raison de sa très-grande condensation, darder & dissiper avec une violente impétuosité, les particules liquides entre lesquelles elle se trouveroit interposée & condensée.

Cet état ou cette maniere d'être de l'air, dans les Corps dont il fait partie constituante, a toujours donné beaucoup de torture aux Physiciens qui ont voulu rendre raison de la différence qui se trouve entre l'Air que nous respirons & l'Air combiné avec les corps. On a imaginé sur cet objet divers systèmes, qui n'ont certainement produit aucune lumière, & qu'il est inutile de rapporter. Quoi qu'il en soit, il est certain :

I°. Que l'Air combiné avec les différentes substances qui composent les corps solides & liquides, par exemple, l'huile & le bois, n'a pas, dans cet état de combinaison, sa fluidité & son élasticité ordinaires: comme nous venons de le faire voir.

II°. Que ce défaut de fluidité & d'élasticité, cesse; à mesure que la combustion ou la dissolution quelconque du corps, a lieu: ce qui semble indiquer que l'Air, dans son état de combinaison, conserve toujours le principe qui le rend fluide & élastique; & que ce principe, captivé & suspendu pendant l'état de combinaison, par une force supérieure, reprend son action, à l'instant où l'obstacle cesse.

III°. Que cet Air combiné, qui paroît fixe & solide dans le chêne, dans la corne de daim, dans une foule d'autres corps, peut absolument conserver sa nature primitive, dans cet état de combinaison: comme l'eau ne change point réellement de nature, en se transformant en glace & en vapeurs, qui sont deux états où elle paroît méconnoissable.

IV°. Que tout le Volume de matière fluide, qu'on extrait du sein d'un Corps brûlé & décomposé (653), ne doit pas être regardé comme une substance purement aérienne; mais comme un mélange d'air & d'autres substances hétérogenes, atténuées & rendues fluides par le feu: mélange où la partie prédominante est cependant une vraie substance aérienne,

dégagée des prisons où elle étoit captivee & enchainée dans le corps qui a souffert la combustion.

V°. Qu'il se fait sans cesse de *nouvelles Combinaisons* dans la Nature. La terre & l'eau se convertissent en substances animales, végétales, minérales; & ces substances redeviennent terre & eau par leur dissolution. L'air, par des métamorphoses semblables, se transforme en différens corps, en devient partie constituante; aussi bien que la terre, l'eau & le feu.

De-là, la plus ou moins grande quantité d'air, qu'on extrait du sein des Corps; où son affinité avec les substances qui constituent ces corps, lie ses molécules, suspend leur ressort, diminue immensément leur volume: jusqu'à ce que l'action du feu, en détruisant le Composé, vienne les dégager de leurs liens, les arracher à leurs affinités, les remettre en liberté, les rendre à la simple action de leur nature.

On conçoit par-là, qu'au printems & en été, où la Nature forme une infinité de *nouveaux Mixtes*, la production de ces mixtes doit absorber une immense quantité d'air; & qu'en automne & en hiver, où la plupart de ces mixtes se décomposent par la putréfaction, il doit sortir de leur sein, un immense volume d'air destiné à enfler la masse aérienne qui enveloppe la terre.

On conçoit encore par-là que les *divers Alimens*, en se décomposant dans l'estomac & dans les intestins, doivent produire un volume d'air considérable dans ces viscères. Une partie de cet air se combine avec le chyle, avec le sang, avec les humeurs, avec les chairs, avec toutes les parties animales: l'autre partie est employée à expulser par son ressort, la portion la plus grossière des alimens; & quelquefois à fatiguer en différentes manières, le Sujet dans qui la décomposition & la recomposition des substances nourricières, ne sont point simultanées, & ne s'opèrent point d'une manière convenable.

#### L'EAU EN VAPEUR.

655. EXPÉRIENCE. Soit un assez grand Globe de verre creux D, terminé en un petit tube DE, ouvert uniquement en E. (*Fig. 73*).

Après avoir mesuré la capacité DE; on mettra en D, une *petite quantité d'eau*: quantité qui ne fera que la quatorze millièmiè partie de celle qu'il faudroit pour remplir le vase DE. On placera ensuite la boule D, sur des charbons ardents; & on la fera lentement rouler sur elle-même, en tenant le manche DE dans une situation à peu près horizontale: jusqu'à ce que la petite quantité d'eau réduite en



vapeur, s'étende & se répande dans toute la capacité DE. Alors on posera l'ouverture E, sur la cuvette pleine d'eau MN: en tenant le tube DE élevé perpendiculairement à la surface de l'eau.

EFFETS. L'eau s'élèvera dans le Tube ED; & emplira totalement & la capacité du tube & la capacité de la boule: sans qu'il y reste aucun Vuide. De-là résultent les Vérités suivantes:

I°. Il en résulte d'abord, que l'Eau, en se réduisant en vapeur, expulse l'air & prend sa place: puisqu'il ne reste plus d'air dans le vase où cette eau s'est convertie en vapeur.

II°. Il en résulte ensuite, que l'Eau en vapeur, acquiert un volume quatorze mille fois plus grand que dans son état naturel: puisque cette petite quantité d'eau, qui n'emplissoit que la quatorze-millième partie de la capacité DE, l'occupe toute entière dans son état de vapeur.

Et la preuve que, dans cet état de vapeur, l'eau occupe tout l'espace DE, c'est qu'elle en expulse l'air; & qu'elle ne peut en expulser l'air, qu'en occupant sa place, & en résistant efficacement à sa pression permanente.

III°. Il en résulte enfin, qu'en quittant son état de vapeur, l'Eau reprend sa densité naturelle: car, à l'instant où le froid de la cuvette MN se communique au vase de verre & à l'eau en vapeur: cette eau immensément dilatée se condense, reprend son premier état, se réduit à un volume 14000 fois moindre. Il se forme un Vuide, dans le vase ED; & la pression de l'air extérieur, y fait entrer un volume d'eau précisément égal au volume d'air que l'eau dilatée en avoit chassé. (627).

Or le Volume d'eau, qui entre dans le vase ED, en emplit toute la capacité: donc tout le volume d'air qui étoit dans ce vase, avant que l'eau fût réduite en vapeur, en a été expulsé par l'eau réduite en vapeur.

Il peut se faire peut-être qu'il y ait du plus ou du moins, dans la raréfaction de l'eau en vapeurs; qu'un plus grand degré de chaleur donne une plus grande dilatation dans les Vapeurs qu'elle occasionne. De-là peut-être une plus ou moins grande élévation, dans les différens Nuages qui en résultent. Mais il est certain que cette raréfaction est toujours très-grande; & qu'elle ne s'éloigne pas bien considérablement du degré que nous venons de déterminer.

ASCENSION DES VAPEURS ET DES EXHALAISONS  
DANS L'ATHMOSPHERE.

656. OBSERVATION. L'ascension des Vapeurs & des Exha-

*laisons*, dans la masse de l'air, ou dans l'Athmosphère terrestre, est un fait certain & connu de tout le monde. Mais quelle en est la cause? Quel en est le mécanisme physique? C'est ce dont il n'est pas facile de donner une raison bien plausible & bien satisfaisante.

I°. Il paroît que la *Chaleur* est une des principales causes de ce phénomène; mais ce n'est pas la seule: puisque l'exaltation des vapeurs & des exhalaisons n'est pas proportionnelle à la chaleur; puisque souvent dans un très-grand froid, la neige disparoît, la glace diminue, la glace & la neige s'exaltent en vapeurs.

II°. Il est certain que l'*action de l'Air*, contribue pour beaucoup à l'exaltation des vapeurs & des exhalaisons. Mais comment & de quelle manière s'opère ce phénomène? On répond communément que les vapeurs & les exhalaisons sont exaltées par la pression de l'air, qui se trouve spécifiquement plus pesant que ces corpuscules immensément dilatés ou divisés par la Chaleur.

Mais cette raison n'est pas suffisante. Car pour qu'un volume d'eau, par exemple, devienne spécifiquement plus léger qu'un égal volume d'air: il lui faut une dilatation qui rende son volume au moins huit cens fois plus grand: dilatation qui exige une chaleur incomparablement plus grande que celle que nous avons, dans les tems où nous voyons les vapeurs s'élever avec la plus grande abondance.

III°. Ne pourroit-on pas soupçonner une Affinité, une *Attraction spéciale*, entre l'air & les corpuscules qu'il élève: attraction assez semblable à celle qu'a l'eau pour les sels qu'elle divise & avec lesquels elle se combine. (105).

Dans cette hypothèse si naturelle, l'action de la Chaleur & l'action de l'Air, concourant tantôt conjointement & tantôt séparément à l'ascension des vapeurs & des exhalaisons, rendroit raison de ce grand phénomène, cause certaine & indubitable de tous les Météores.

D'abord, l'*action de la Chaleur*, en dilatant les corps, en diminuant l'adhérence de leurs parties, faciliteroit la séparation d'une infinité de corpuscules, qui seroient par là comme prochainement disposés à l'attraction de l'air.

Ensuite, l'*action de l'Air*, attireroit ces corpuscules avec d'autant plus ou moins de force: que son affinité seroit plus ou moins satisfaisante; que sa masse seroit plus ou moins dense; que son influence seroit plus ou moins efficacement répétée & renouvelée sur un même objet; par exemple, sur un même bassin d'eau, quand le vent souffle.

IV°. Il ne s'enfuivroit pas de-là, que les Vapeurs & les Exhalaisons dussent s'élever jusqu'à la plus grande hauteur

de l'Atmosphère ; comme les corpuscules salins s'élevent du fond d'un bassin , jusqu'à la surface de l'eau : parce que la densité de l'air allant toujours en décroissant à mesure qu'il s'éloigne de la terre ; il peut se faire fort aisément qu'à la hauteur de mille ou deux mille toises ; l'Air cesse d'avoir assez d'Action attractive , pour élever plus haut ces corpuscules ; dont la gravité toujours à peu près constante , lutte persévérément contre la force attractive toujours de plus en plus décroissante.

On observe en effet , que ce que nous nommons vapeurs & exhalaisons , ne s'éleve pas à une bien grande hauteur dans la région de l'air ; & que l'élévation perpendiculaire du commun des Nuages , au-dessus des contrées terrestres , n'est guere que de quelques centaines de toises.

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

657. OBJECTION I. Si l'Air étoit un corps réellement pesant par lui-même : sa pesanteur devoit mettre en pieces , le Récipient ou la cloche de verre , d'une Machine pneumatique. Car soit la base de cette cloche , égale à un pied carré ! Comme la pression d'une colonne d'air , égale la pression d'une pareille colonne d'eau d'environ trente-deux pieds de hauteur : il s'ensuit que ce récipient ou cette cloche soutient un poids égal à celui de trente-deux pieds cubes d'eau , ou un poids de 2240 livres : poids plus que suffisant pour vaincre l'adhérence des parties du verre entre elles.

RÉPONSE. La pesanteur de l'air est un fait aussi constaté & aussi indubitable , que la pesanteur de l'eau , du marbre , & de tous les corps terrestres (618). Il ne s'agit donc plus que de tranquilliser l'Imagination sur certains phénomènes qui , en l'étonnant , la révoltent quelquefois contre une Vérité mal envisagée. ( Fig. 86 ).

1°. La Cloche de verre , est faite en forme d'une voûte que presse également dans tous ses points extérieurs , le fluide environnant. Or l'effet d'une telle pression , loin de détruire une voûte , la consolide. Comme la surface intérieure d'une cloche , est plus petite que sa surface extérieure : on doit envisager toutes les tranches qui la composent , comme autant de Coins dont le tranchant est en dedans & la base en dehors. Or un tel assemblage de coins ne peut céder à une pression uniforme sur tous les points ; qu'autant que la base des coins , en compénétrant ses parties , deviendroit égale au tranchant : ce qui répugne naturellement.

D'ailleurs une telle cloche ne sera point rompue par la pression gravitante d'une colonne d'eau de quarante ou cin-

quante pieds de hauteur : pourquoi seroit-elle rompue par la pression gravitante d'une colonne d'air d'égale ou de moindre pesanteur ?

II°. Il n'est pas difficile de démontrer que la Cloche de verre doit à sa figure à peu près sphérique ou cylindrique, la vertu qu'elle a de résister à la pression de l'air, quand on a produit le vuide. Car si on met sur la platine d'une Machine pneumatique, un Récipient de verre, aplati dans quelqu'une de ses surfaces : aussi-tôt que l'on pompe l'air intérieur, ce récipient, à moins qu'il ne soit extrêmement épais, cède à la pression de l'air, éclate avec fracas, & se met en mille pièces.

La raison en est, que la pression de l'air en tout sens, ne trouve plus la même résistance dans une surface plane, dont les tranches peuvent tendre à se mouvoir, sans tendre à se compénétrer.

758. OBJECTION II. Si l'Air a réellement la pression & la pesanteur que nous lui attribuons : nous devrions être accablés par le poids de la *Colonne aérienne*, qui gravite sans cesse sur notre corps. La pression des Colonnes aériennes, qui nous environnent de toute part, devoit nous ôter la liberté de marcher ; nous rendre incapables d'inspirer & d'expirer l'air ; nous faire éprouver le même sentiment que nous éprouvons, quand des forces opposées compriment les différentes parties de notre corps. Or tout cela est contraire à l'expérience.

RÉPONSE. La pesanteur & la pression de l'Air, ne doivent produire aucun des effets sinistres qu'on objecte : comme nous allons le démontrer en détail.

I°. L'Air ne doit point *nous accabler par son poids*. Pour rendre plus sensible cette vérité, supposons que la Colonne aérienne qui gravite sur nos têtes & sur nos épaules, ait un pied de longueur sur un demi-pied de largeur. Cette colonne, égale en pesanteur à une pareille colonne d'eau de trente-deux pieds de hauteur, pesera 1120 livres. Or un tel poids ne doit point nous accabler, ne doit même en aucune manière nous fatiguer.

Placés dans l'air, comme le poisson dans l'eau, nous ne devons pas plus être accablés ou fatigués par le poids de ce fluide, que le poisson par le poids de son élément. L'action de la colonne supérieure, est détruite par la réaction égale & opposée de la colonne inférieure. Autant que la colonne aérienne, appuyée sur notre tête & sur nos épaules, nous presse de haut en bas vers le centre de la terre : autant la colonne aérienne, qui réagit de bas en haut contre nos

jambes & nos pieds, tend à nous porter vers le zénith. Ces deux forces égales & opposées se détruisent. Pouffés vers le centre de la terre avec une force égale à 1120 livres, repouffés vers le zénith avec une force égale à 1120 livres, nous restons livrés à notre propre poids, que l'action de nos muscles & de nos nerfs nous met en état de soutenir avec facilité.

Bien plus, loin de devenir plus pesans dans l'Air qui gravite sur nous, nous y devenons effectivement un peu plus légers. Car comme, selon les Loix de l'Hydrostatique, les Solides plongés dans les Liquides, perdent une partie de leur poids, égale au poids du Liquide qu'ils déplacent (583) : de même plongés dans l'Air, nous perdons une quantité de notre poids, égale au poids de l'Air dont notre corps occupe la place. De sorte que si notre corps renferme trois pieds cubes de matiere, il déplace trois pieds cubes d'air ; & perd autant de son poids, que pesent trois pieds cubes d'air, c'est-à-dire, un peu plus de quatre onces. (660).

II°. L'Air ne doit point nous empêcher de nous mouvoir en tout sens. Car comme la pression de l'air s'exerce également en tout sens : autant que les colonnes d'air qui nous pressent par devant, s'opposent à notre marche ; autant les colonnes d'air, qui nous pressent par derrière, la facilitent ; & ainsi des autres mouvemens. Nous restons donc, au milieu de l'air qui nous enveloppe de toute part, livrés à la simple action de nos muscles, de nos nerfs, de nos fibres.

III°. L'Air ne doit point nous comprimer d'une manière nuisible. Car l'air intérieur, qui se renouvelle sans cesse dans nos poumons, qui habite dans notre estomac, dans nos intestins, dans tous les pores de notre corps ; qui circule dans notre sang & dans nos humeurs, fait équilibre par sa réaction, avec la pression de l'air extérieur. (651).

Cette double Pression opposée, loin d'être nuisible à l'harmonie de la machine animale, contribue au contraire à l'entretenir, à la perfectionner, à la consolider. Elle donne plus de consistance aux différentes parties qui la constituent : en les appliquant plus intimement les unes aux autres. Elle resserre & restreint les canaux du sang & des humeurs : où ces Liquides se meuvent avec d'autant plus de vitesse, selon l'usage de tous le Liquides, que leurs passages sont plus étroits. L'expérience nous apprend que nous sommes plus gais, plus vifs, plus actifs ; quand l'air est plus élastique, quand l'air a plus de pression : donc cette pression de l'air, loin de nous être nuisible, nous est au contraire très-favorable.

IV°.

IV°. L'Air ne doit point exciter en nous un sentiment relatif à sa pression habituelle. Car, selon les Loix établies par l'Auteur de notre nature : tout sentiment relatif à un objet, exige une altération, un changement, une affection nouvelle, dans quelqu'un de nos organes. Est-il donc surprenant que nous ne sentions point la pression de l'air : pression à laquelle nous sommes persévérément habitués, depuis notre naissance ; & qui, constante & uniforme, agit toujours sur nous de la même manière, sans occasionner aucune modification nouvelle dans nos divers organes du sentiment ?

Quand une légère force affecte insolitement quelqu'un de mes organes ; par exemple, quand une *rame de plume*, chatouille passagèrement ma main ; j'éprouve un sentiment relatif à cette légère pression : parce qu'il se fait dans les fibres de ma main un frémissement insolite, qui fait naître en mon ame, un sentiment spirituel, relatif à la cause de ce frémissement organique.

Quand l'air presse ma main en tout sens, avec une force incomparablement plus grande que celle de la plume en question ; je n'ai point de sentiment relatif à cette pression de l'air : parce que cette pression que j'éprouve habituellement depuis que j'existe, toujours équivalamment de même force & de même nature, ne donne à ma main aucune nouvelle affection, aucune nouvelle manière d'être, dont mon ame puisse être affectée.

Bien plus, si cette *Pression habituelle de l'Air*, venoit à cesser un seul instant ; mon ame auroit un sentiment relatif à l'absence de cette pression : parce que les organes de ma main, par l'absence de cette pression de l'air, prendroient une nouvelle manière d'être, qui occasionneroit à mon ame, une sensation intérieure, relative à la sensation organique de ma main. (*Mét.* 324 & 329).

659. OBJECTION III. Si la *Colonne de mercure*, étoit soutenue dans le Barometre, par la pression de l'air : cette colonne devroit avoir plus d'élévation, quand l'air est plus pesant ; devroit avoir moins d'élévation, quand l'air est moins pesant : ce qui est cependant contraire à l'expérience. Car, lorsque dans un tems nébuleux ou pluvieux, l'air est considérablement chargé de vapeurs, qui augmentent nécessairement son poids, la colonne de mercure descend : & lorsqu'après la pluie, l'air pur & serain a perdu avec ses vapeurs une partie notable de son poids, la colonne de mercure remonte. Donc la suspension du mercure dans le Barometre, ne s'accorde point avec les différences de pesanteur dans l'air. Donc cette suspension du mercure dans le Barometre, n'a point

M m

pour cause, la pesanteur de l'air : donc elle n'a point non plus pour cause la réaction de l'air, qui est toujours proportionnée à sa pesanteur. (Fig. 86).

RÉPONSE. Il est rigoureusement démontré par l'expérience, que la suspension du mercure en colonne dans le Barometre, a pour cause la pression de l'air : puisque la hauteur de cette colonne de mercure, augmente ou diminue ; à proportion que l'air qui lui résiste, augmente ou diminue en densité. (633). Tout ce qu'on pourroit imaginer de difficultés contre cette *Vérité démontrée*, doit donc nécessairement être frivole & ruineux. Faisons voir cependant qu'il n'est pas impossible de concilier les variations du Barometre, avec les variations de l'Air qui fait équilibre avec la Colonne de mercure, tantôt plus & tantôt moins haute DA, DB, DC.

I°. Quand, dans un tems nébuleux ou pluvieux, l'air est considérablement chargé de Vapeurs & d'Exhalaisons gravitantes, est-il démontré que les *Colonnes aériennes* soient réellement plus pesantes ? Non : parce que ces vapeurs & ces exhalaisons, quoique pesantes par leur nature, en se plaçant dans l'Atmosphère, déplacent un volume d'air égal à leur volume. (655). Les colonnes aériennes, qui gravitent contre la colonne de mercure, perdent donc en masse d'air, autant qu'elles acquièrent en masse d'eau & d'autres substances hétérogènes.

II°. En vain objecteroit-on que ces Vapeurs & ces Exhalaisons gravitantes, en enflant la masse d'air, dans laquelle elles s'influencent, donnent plus d'élévation aux colonnes aériennes ; & leur laissent toute leur pesanteur intrinsèque, augmentée de la pesanteur de ces substances hétérogènes. Mauvaises raisons ! Car les *Colonnes aériennes*, enflées par les vapeurs & par les exhalaisons qui, selon les Loix de l'équilibre hydrostatique, vont se mettre en équilibre avec leurs différentes couches à plus ou moins de hauteur (591), loin de s'élever & de s'accumuler en forme de montagne, au-dessus de la région qui produit les exhalaisons & les vapeurs, doivent refluer sur les colonnes aériennes des contrées voisines, pour se mettre de niveau avec elles.

Par exemple, les *Colonnes aériennes* que les vapeurs enflent & dilatent en Franche-Comté dans un tems nébuleux, doivent refluer & se précipiter sur les colonnes aériennes qui ont moins de hauteur en Alsace ou dans quelqu'autre contrée voisine, où l'air se trouvera très-sec & très-pur dans le même tems. De-là une plus grande hauteur dans la colonne de mercure en Alsace : parce que le mercure y fait équilibre, dans cette circonstance, avec des colonnes d'air qui ont plus

de hauteur, plus de pesanteur, plus de ressort, qu'auparavant.

III°. Dans la même circonstance d'un tems pluvieux, la *Colonne de mercure*, doit avoir moins de hauteur en Franche-Comté : parce que cette colonne de mercure n'a pas sensiblement plus de pesanteur, & qu'elle a sensiblement moins de ressort que dans un tems pur & serein.

La raison en est, que les vapeurs & les exhalaisons qui sont mêlées avec l'air, ont la même pesanteur & non le même ressort que l'air qu'elles déplacent. La Colonne aérienne, qui est appuyée sur la surface du mercure, imprime par son poids, aux molécules d'air qui touchent le mercure, un ressort proportionnel à la densité de cet air ainsi comprimé sur le mercure. Et comme cet air comprimé & réagissant sur le mercure, se trouve mêlé avec des vapeurs & des exhalaisons, qui n'ont pas la même élasticité que ses molécules : il doit perdre une quantité de son ressort, proportionnée à la quantité de molécules aériennes que les substances étrangères ont déplacées. (655).

De-là, une moindre réaction dans les molécules aériennes qui luttent, par leur ressort, contre la colonne de mercure. De-là, une moindre hauteur, dans cette colonne de mercure : qui doit s'élever d'autant moins haut, que l'action de la force qui l'élève, est plus affoiblie.

IV°. Il est certain que les vents, les orages, le froid, le chaud, doivent donner de grandes variations aux *Colonnes aériennes*, qu'ils condensent & dilatent, qu'ils élèvent & abaissent alternativement par leur conflit. De-là une infinité de variations dans la cause qui opere la suspension du mercure dans le Barometre : quoique cette cause soit toujours la même pour le fond, savoir, le poids & le ressort de l'air.

Dans un tems d'orage, le Barometre peut absolument être très-élevé : parce que des vents opposés peuvent accumuler un grand volume d'air fort dense & fort élastique, sur la contrée où se trouve cet Instrument. Dans un autre tems d'orage, le Barometre sera très-bas : soit parce que l'air se trouvera moins pur ; soit parce que les Vents, en soufflant de bas en haut, détruiront en partie la pression des colonnes aériennes.

#### DIVERS PROBLÈMES À RÉSOUDRE.

660. PROBLÈME I. Trouver le rapport de Pesanteur, entre l'Air & l'Eau. (Fig. 80).

SOLUTION. I°. Après avoir mis en équilibre, sur une Bas

M m y



lance bien exacte, un grand Balon de verre A C B D plein d'air d'une part, & un poids égal de l'autre (618): que l'on pompe l'air de ce balon, & qu'on remette le balon sur la même balance.

Ce balon, ce globe creux, privé de l'air qu'il renfermoit dans sa capacité assez considérable, ne fera plus équilibre avec le poids opposé. Le poids qu'il faudra ajouter à ce globe pour rétablir l'équilibre, sera le *Poids de l'air*, que la Machine pneumatique en a extrait.

II°. Que l'on plonge l'orifice A de ce globe vuide d'air, dans une eau exactement purgée d'air, & que l'on ouvre le robinet A. La pression de l'air extérieur fera entrer dans le globe, par le tuyau perpendiculaire AB, un volume d'eau précisément égal au volume d'air qui en avoit été soustrait. (627).

Que l'on remette ce globe, sur le même bras de la Balance; & que, sur le bassin opposé on mette un poids suffisant pour rétablir exactement l'équilibre. Ce qu'il faudra mettre sur le bassin opposé, sera le *Poids d'un volume d'eau, égal au volume d'air* dont le poids est déjà trouvé & connu.

III°. Que l'on compare entre eux, les *deux Poids trouvés*; savoir, le poids du volume d'air soustrait, & le poids du volume d'eau qui lui a été substitué: leur rapport sera le rapport de pesanteur entre l'air & l'eau.

C'est par de semblables expériences, qu'on a trouvé que la pesanteur spécifique de l'air, est à la pesanteur spécifique de l'eau, environ comme 1 est à 800; & qu'un *piéd cube d'Air*, pèse assez exactement une once & deux cinquièmes d'une once.

Comme ces Expériences, assez simples en apparence, extrêmement délicates dans la réalité, exigent une infinité de soins & d'attentions dans celui qui les fait; & que d'ailleurs l'Air & l'Eau souffrent de grandes variations dans leur nature, soit à raison de leurs différens degrés de dilatation & de condensation, soit à raison des corpuscules hétérogènes qui leur sont toujours mêlés en plus ou moins grande quantité: on ne doit pas être surpris des différences notable qui se trouvent dans les Résultats des différentes expériences qui ont été faites en ce genre, en différens tems & en différens lieux. Nous avons pris, dans les différens rapports trouvés, un *Rapport moyen* entre les plus grands & les plus petits, le rapport de 1 à 800.

661. PROBLÈME II. *Trouver à peu près le Poids de toute l'Atmosphère, ou de toute la masse d'Air qui enveloppe le Globe terrestre.*

SOLUTION. En supposant que l'étendue de la surface terrestre, est assez exactement connue : que cette surface, envisagée dans sa généralité, compensation faite du plus ou du moins, a équivalement par-tout la même élévation au-dessus de la mer, qu'à Paris : que les Colonnes aériennes, plus pesantes au niveau de la mer, moins pesantes au-dessus du niveau de la mer, ont pour *Pesanteur moyenne*, celle qu'on y observe à Paris, & qui soutient l'eau dans le Vide, à environ trente-deux pieds de hauteur : on peut résoudre ainsi ce Problème de pure curiosité, dans lequel on ne doit pas s'attendre, à beaucoup près, à une précision mathématique.

I°. Une *Colonne d'air*, fait équilibre avec une colonne d'eau de même base & de trente-deux pieds de hauteur. Donc le poids d'une colonne d'eau de trente-deux pieds de hauteur étant connu, il est facile de connoître le poids d'une égale colonne d'air : puisque leur poids est précisément le même. (629).

II°. Soit une *Colonne d'eau*, d'un pied quarré de base, & de trente-deux pieds de hauteur : elle aura trente-deux pieds cubes d'eau. Le pied cube d'eau pesant 79 livres : trente-deux pieds cubes peseront 2240 livres. Chaque colonne d'air appuyée sur un pied quarré de la surface terrestre, pèse donc 2240.

III°. Il y a dans l'*Athmosphère terrestre*, tout autant de Colonnes de 2240 livres : qu'il y a de pieds quarrés dans la Surface solide ou liquide du globe terrestre ; c'est-à-dire, environ 4,838,052,829,484,160 pieds quarrés. (496).

Donc en multipliant ce dernier nombre par 2240 : on aura le poids de toute la masse d'air qui enveloppe notre globe ; ou un Poids d'environ 10,837,238,338,042,518,400 livres.

S'il existe dans la nature un *Air plus subtil* que celui qui est soumis à nos observations, que celui que nous condense & que nous raréfions à notre gré : cet air plus subtil, ou ne gravite point sensiblement, ou sa gravitation se confond avec celle de l'air plus grossier.

662. REMARQUE. Peu utile pour annoncer d'avance les divers changemens de tems (637) ; le Barometre est un instrument très-propre & le plus propre de tous peut-être, pour mesurer la *Hauteur des Montagnes & des Continens*, au-dessus de la surface des Mers correspondantes, ou des Mers placées sous la même Latitude. (495 & 571).

Tout le monde fait que, toutes choses étant égales d'ailleurs, la *Colonne de mercure*, dans un Barometre, devient d'autant plus courte ; que le Barometre est placé à une plus

grande élévation au-dessus du niveau de la mer. Par exemple, si dans une chambre on a deux Barometres dont les Colonnes de mercure soient parfaitement égales en hauteur; & que l'on porte l'un des deux, au haut d'une tour ou d'un roc, à environ onze ou douze toises de hauteur perpendiculaire: on trouvera que la colonne de mercure aura une ligne de moins en hauteur dans le barometre supérieur, que dans le barometre inférieur (\*).

Mais de quelle quantité précise doit s'élever le Barometre au-dessus d'une hauteur donnée: pour que la colonne de mercure, s'abaisse successivement d'une ligne? C'est sur quoi les observations faites en différens tems & en différens lieux, ne sont pas exactement d'accord.

II°. Il consiste par les observations les plus récentes & les plus exactes, que depuis le niveau de la Mer, jusqu'à mille ou douze cens toises de hauteur perpendiculaire au-dessus de ce niveau, on peut compter environ dix toises d'élévation, pour chaque ligne d'abaissement dans la colonne du mercure: en ajoutant un pied à la première dizaine de toises, deux pieds à la seconde, trois pieds à la troisième, quatre pieds à la quatrième, & ainsi de suite.

663. PROBLÈME III. *Mesurer, par le moyen du Barometre, la hauteur perpendiculaire d'une Montagne au-dessus du niveau de la Mer. (Fig. 88).*

SOLUTION. 1°. Ayant deux Barometres parfaitement correspondans, laissez-en un au bord & au niveau de la Mer, avec un Observateur attentif; & portez l'autre au sommet de la Montagne dont on veut trouver la hauteur. Les deux Colonnes de mercure, auront une inégale hauteur perpendiculaire, que l'un & l'autre Observateur mesureront avec la plus grande précision possible: en faisant attention aux variations qu'un changement dans l'Athmosphère peut quelquefois causer au Barometre, d'une heure à l'autre.

II°. Supposons que la différence de hauteur, dans les deux Colonnes de mercure, ait été sans variation, de 15 lignes; & que le Barometre inférieur soit placé au niveau de la Mer. Par le dernier résultat de l'observation précédente, la différence de hauteur entre les deux Stations où étoient

(\*) NOTE. Le Pavé de la Salle de l'Observatoire royal à Paris, est élevé de 4 toises 3 pieds 5 pouces, au-dessus du niveau de la Mer à Brest; & d'environ 24 toises & demie, au-dessus du niveau de la Seine, dans sa hauteur moyenne, sous le Pont Royal.

Dans cette Salle, la Colonne de mercure a quatre lignes & un douzième de ligne de moins en hauteur, que la Colonne correspondante à Brest.

placés les deux barometres, sera de 150 toises + 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11 + 12 + 13 + 14 + 15 pieds, qui font 120 pieds, ou 20 toises. La station supérieure aura donc à peu près 170 toises de hauteur perpendiculaire, au-dessus de la station inférieure qui est au niveau de la mer.

Je dis à peu près. Car cette mesure ne donne jamais une précision parfaite: soit parce qu'il est très-difficile de mesurer sans aucune petite erreur, la hauteur précise des Colonnes de mercure; soit parce que la Règle sur laquelle est fondée cette mesure, peut absolument ne pas quadrer parfaitement avec toutes les températures & avec toutes les variations de l'Athmosphère.

III°. Si la Station où est placé le Barometre inférieur; est considérablement plus élevée que le niveau de la Mer; il faut connoître du moins à peu près cet excès d'élévation, avant de déterminer la différence de hauteur perpendiculaire qui se trouve entre les Stations des deux Barometres: puisqu'il faut ajouter aux dixaines de toises pour chaque ligne d'abaissement dans le mercure du Barometre supérieur, dépend de la hauteur qu'a déjà le Barometre inférieur au-dessus du niveau de la mer.

Par exemple, supposons que le Barometre inférieur, au lieu d'être au bord & au niveau de la mer, soit plus ou moins loin de la mer, à 50 toises de hauteur perpendiculaire au-dessus du niveau de la Mer. Le nombre de pieds à ajouter aux quinze lignes d'abaissement, au lieu de commencer par le nombre 1 qui correspond à la première dixaine de toises au-dessus du niveau de la mer, doit commencer par le nombre 6 qui correspond à la sixième dixaine de toises.

Le nombre de pieds à ajouter, pour les 15 lignes d'abaissement dans la colonne du Barometre supérieur, sera donc 6 + 7 + 8 + 9 + 10 + 11 + 12 + 13 + 14 + 15 + 16 + 17 + 18 + 19 + 20: ce qui fait 195 pieds, au lieu de 120 pieds. Dans ce cas, la différence de hauteur, entre les deux Stations, sera 182 toises & demie, au lieu de 170 toises.

IV°. Si la Montagne dont on cherche la hauteur par le moyen du Barometre, a une *Élévation excessive*, par exemple, une élévation perpendiculaire de trois ou quatre mille toises au dessus du niveau de la Mer située à la même latitude: il est vraisemblable que la hauteur qu'on trouvera, en suivant la progression assignée, sera un peu moindre que la hauteur réelle de cette montagne. (665).

Dans ce cas, pour avoir avec plus de précision la hauteur perpendiculaire de cette montagne: il faudra joindre

les mesures géométriques, aux mesures du Barometre; & corriger ou rectifier, autant qu'il sera possible, les unes par les autres. (*Math.* 425).

V°. Quand les Montagnes dont on cherche la *hauteur perpendiculaire* au-dessus du niveau de la mer, ne s'élevent pas au-dessus de mille ou douze cens toises : la meilleure méthode pour trouver cette hauteur, c'est celle que nous venons d'exposer. Cette méthode est préférée par les modernes Géometres, aux méthodes mêmes géométriques : parce que les vapeurs & les exhalaisons qui enveloppent ces montagnes auprès de l'horison, étant tantôt plus & tantôt moins denses, réfractent tantôt plus & tantôt moins la Lumiere; font varier trop inégalement la direction du Rayon visuel; & donnent d'un jour à l'autre, au même lieu, des angles sensiblement différens. (762).

Cette *inégalité de Réfraction* diminue, à mesure que les Montagnes acquierent considérablement plus de hauteur : parce que les vapeurs & les exhalaisons plus épaisses, ne s'élevent pas ou s'élevent en beaucoup moindre quantité jusqu'à leurs sommets; & que d'ailleurs on peut saisir ces sommets par des rayons visuels qui approcheront plus du zénith, où la Réfraction est nulle. Ainsi, quand les Montagnes dont on cherche la hauteur, ont environ une lieue & demie de hauteur perpendiculaire : nous pensons que les méthodes géométriques peuvent donner cette hauteur, avec plus de précision.

664. PROBLÈME IV. *Trouver à peu près, par le moyen du Barometre, l'élevation d'un Lieu fort éloigné de la mer, par exemple, de Besançon, au-dessus du niveau de la mer.*

SOLUTION. Comme la Colonne de mercure devient d'autant plus courte, que la station où se trouve le Barometre, est plus élevée au-dessus du niveau de la mer : on peut comparer la hauteur moyenne du barometre à Besançon, avec la hauteur moyenne du barometre aux bords & au niveau de la mer dans un lieu de même latitude à peu près, par exemple, à l'embouchure de la Loire.

I°. Soient deux excellens Barometres, l'un à Besançon, & l'autre à l'embouchure de la Seine ou de la Loire. Leurs hauteurs moyennes, dans le courant d'une année, doivent différer uniquement à raison de la différente élévation qu'ont les deux stations où ils sont placés : comme la hauteur moyenne du barometre dans l'Observatoire de Paris, differe de la hauteur moyenne du barometre à Brest, de quatre lignes; à raison des 46 toises d'élévation qu'a la salle de

l'Observatoire de Paris au-dessus du niveau de la mer au Havre ou à l'embouchure de la Loire. (662).

II°. La hauteur moyenne du Barometre au Havre & à Brest ; est de 27 pouces 10 lignes : elle est de 27 pouces 6 lignes dans la salle de l'Observatoire à Paris : elle est de 27 pouces 3 lignes à Befançon. Il y a donc 7 lignes de différence , entre la hauteur moyenne du barometre à Befançon , & la hauteur moyenne du barometre au niveau de l'Océan.

III°. En appliquant ici la Regle du problème précédent , & en considérant Befançon & l'embouchure de la Seine ou de la Loire , comme deux Stations de différente hauteur où sont placés deux Barometres correspondans : on peut évaluer à peu près la hauteur de Befançon au-dessus du niveau de la mer , à 70 toises + 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 pieds : ce qui donneroit à Befançon environ 75 toises au-dessus du niveau de la mer.

En supposant au Doux , de Befançon jusqu'à la Méditerranée , une demi-ligne de pente par toise , la moitié plus que n'en a la Seine en coulant de Paris à l'Océan (374) : on auroit à peu près la même élévation pour Befançon ; & la vitesse que devoit avoir le Doux dans son cours total , d'après cette supposition , ne s'éloigneroit pas beaucoup de celle qu'il a en réalité , depuis Befançon jusqu'au golfe de Lyon dans la Méditerranée.

Quoique cette méthode ne donne pas des mesures bien précises , & qu'on ne puisse en attendre que des à-peu-près : on peut cependant s'en contenter en mille & mille occasions , où les mesures plus exactes ne peuvent avoir lieu ; & où les à-peu-près suffisent , pour donner toute la lumière dont on a besoin.

665. PROBLÈME V. *Estimer conjecturalement , par le moyen du Barometre , la hauteur de l'Atmosphère terrestre au-dessus du niveau de la mer.* (Fig. 88).

SOLUTION. I°. Comme la Colonne de mercure *AD* , à mesure que le Barometre s'élève en hauteur perpendiculaire au-dessus du niveau de la mer , s'abaisse assez régulièrement d'une quantité connue (662) : supposons le Barometre porté à une hauteur où , selon cette progression connue d'abaissement , la Colonne de mercure doit descendre jusqu'au niveau *DN* , dans le réservoir inférieur *NH*.

En supposant 28 pouces de hauteur à la Colonne de mercure *AD* , dans un point de la surface terrestre qui seroit au niveau de la mer : à quelle hauteur devoit s'élever le Barometre , selon la progression d'abaissement que l'Expé-

rience a fait découvrir ; pour perdre toute son élévation AD ?

En réduisant les 28 pouces en lignes , on aura 336 lignes de hauteur dans la Colonne de mercure. Chaque ligne de mercure fait équilibre avec une colonne d'air de 10 toises & un nombre croissant de pieds : ce qui donnera 3360 toises , plus 56616 pieds qui font encore 9436 toises. La hauteur de l'Athmosphère , selon cette première supputation , seroit donc de 12796 toises , qui font environ six lieues.

Il est certain que l'Athmosphère ne peut avoir moins de 12796 toises d'élévation au-dessus du niveau de la mer : nous allons observer qu'elle en doit avoir beaucoup plus.

II°. Si l'Air se rarésoit dans toute la hauteur de l'Atmosphère , selon la même progression qu'il suit jusqu'à la hauteur de mille ou douze cens toises : la hauteur de l'athmosphère seroit simplement , comme nous venons de la calculer , d'environ six lieues.

Mais si , au-dessus de mille ou de deux mille toises , l'Air se débande & se raréfie dans un beaucoup plus grand rapport ; comme cela doit arriver , à mesure qu'il perd différentes parties du poids qui l'infléchit & qui le comprime auprès de la terre : il est clair que l'Athmosphère terrestre doit avoir une élévation considérablement plus grande que celle que donneroit la supputation que nous avons développée.

Comme il nous est impossible de faire des expériences sur l'Air , dans une élévation supérieure à celles de nos plus hautes montagnes : on conçoit aisément que la moyenne & la haute région de l'Athmosphère , échappe nécessairement à nos observations. On ne peut donc connoître que conjecturalement les rapports que suit l'Air , dans son expansion & dans sa raréfaction , au-delà des hauteurs où nous pouvons l'atteindre & le soumettre à nos observations. De-là , l'incertitude sur la hauteur précise de l'Athmosphère.

III°. Il est certain que l'Athmosphère a beaucoup plus de six lieues de hauteur perpendiculaire au-dessus du niveau de la mer. La plupart des Physiciens lui en donnent communément quinze ou seize : ce qui s'accorde assez bien avec les lumières qu'on a tâché de tirer sur le même objet , du phénomène du Crépuscule , qui n'est autre chose que la lumière du soleil , réfractée par l'Athmosphère.

Messieurs de la Hire & Halley , après avoir examiné le Crépuscule & ses dépendances avec toute la sagacité du génie , ont conclu avec assez de vraisemblance , que l'Athmosphère devoit s'étendre à environ quinze ou seize lieues au-delà de la surface du globe terrestre : pour pouvoir ré-

fracter vers nous, comme il la réfracte, la lumière du Soleil; quand cet astre est à environ dix-huit degrés au-dessous de l'horizon. (762 & 763).

666. REMARQUE. Comme l'*Athmosphère terrestre* a les mêmes mouvemens, journalier & annuel, que le globe qu'il enveloppe: il est très-vraisemblable que sa figure est la même que celle de la Terre, aplatie vers les poles & renflée vers l'équateur.

Les mêmes causes qui produisent l'abaissement des eaux de la mer, en allant de l'équateur vers les poles, doivent produire un semblable abaissement dans les *Colonnes aériennes*: colonnes qui ayant d'autant moins de force centrifuge qu'elles s'éloignent plus de l'équateur, doivent nécessairement, pour rester en équilibre avec les Colonnes adjacentes qui se trouvent placées plus près ou moins loin de l'équateur, devenir d'autant plus courtes, qu'elles perdent moins de leur gravité (492 & 593).



## SECONDE SECTION.

### NATURE DU SON.

667. OBSERVATION I. **L**E Son, qui a tant d'empire sur notre ame, qui calme ou émeut si puissamment nos passions: un son tendre & plaintif, qui nous touche & nous fait couler de si douces larmes; un son vif & animé, qui nous arrache à la mélancolie, nous rend à la joie, nous fait tressaillir, met en jeu nos fibres engourdies, & semble nous mouvoir en cadence; un son doux & paisible, qui apaise la fureur & désarme la férocité; un son fier & menaçant, qui intimide l'audace & la ramène à la crainte; un son ferme & passionné, qui fait naître la haine, qui anime à la vengeance, qui enfante le courage & soutient la vaillance: tout cela n'est qu'un *Air modifié*.

Un air modifié par les tymbales & par les tambours, par les clairons & par les trompettes, fait la moitié de la vaillance du Soldat qu'il anime & transporte; & concourt en grande partie, à la gloire de la Nation qui remporte la victoire. Un air modifié par le moyen de divers instrumens mécaniques, se transforme en *Méodie* & en *Harmonie*, qui intéressent l'esprit, chatouillent le cœur, varient à l'infini les plaisirs. Et quand cet air, modifié par un organe animé & intéressant, devient successivement l'image ou d'une belle



pensée ou d'un tendre sentiment : quelle prise ne doit-il pas avoir sur une Ame délicate & sensible ?

668. OBSERVATION II. Le Son peut être considéré, ou dans le corps qui le produit, ou dans le milieu qui le transmet, ou dans l'organe qui en est affecté, ou dans l'ame qui en a le sentiment. (Fig. 98).

I°. Le Son, dans le Corps qui le produit, est un frémissement plus ou moins rapide des parties insensibles de ce corps : lequel frémissement se communique, non à toute la masse de l'air environnant, mais uniquement à certaines molécules de l'air environnant, qui se trouvent capables de prendre & d'imiter parfaitement le frémissement actuel du Corps sonore.

II°. Le Son, dans le Milieu qui le transmet du Corps sonore à l'Organe qui en reçoit l'impression, est un frémissement de certaine espece de molécules du Fluide aérien : Fluide élastique & hétérogene, composé de molécules plus grossières DE ou RS, qui par leur vibration transmettent les Sons graves ; & de molécules plus subtiles MN ou mn, qui par leur vibration transmettent les Sons aigus.

III°. Le Son, dans l'Organe qui en est affecté, ou dans l'Oreille, est un frémissement déterminé de telle ou telle fibre du Limaçon auriculaire, laquelle se trouve à l'unisson & du Corps sonore & de telle espece d'Air que fait frémir le Corps sonore. (Fig. 85 & 100).

Ce Limaçon est une espece de Claveffin naturel, composé d'une foule innombrable de fibres de différente longueur, de différente épaisseur, de différente tension. Parmi les fibres du Limaçon, l'une est à l'unisson avec le ton *ut* : l'autre est à l'unisson avec le ton *re* : celle-ci avec le ton *mi* ; celle-là avec le ton *fa* ; & ainsi de suite. Chaque fibre isolée ne frémit, que quand elle est affectée par des molécules aériennes qui se trouvent à son unisson : comme nous l'expliquons bientôt. (672 & 673).

IV°. Le Son, dans l'Ame qui en a le sentiment, est une sensation spirituelle, occasionnée par telle sensation matérielle dans l'organe de l'Oreille ; & relative à la cause extrinsèque qui occasionne primitivement dans l'Oreille, ce frémissement ou cette sensation organique. (Mét. 324 & 329).

#### EXPÉRIENCES FONDAMENTALES SUR LE SON.

669. EXPÉRIENCE I. Soit AXB une corde de Claveffin, ou de Violon, ou de Vielle, de deux pieds de longueur, tendue & fixée à deux points immobiles A & B, & sépa-

éc de tout corps solide ou liquide dans sa longueur  $AB$ : (Fig. 98).

Si avec un Cure dent ou avec une Epingle, on touche & on heurte rapidement le milieu  $X$  de la corde  $AB$ : cette corde donne un Son qui dure quelques instans; & pendant tout le tems qu'elle résonne, on la voit décrire des parallélogrammes décroissans  $ACBD$ ,  $A c B d$ . Le Son s'affoiblit, à mesure que les parallélogrammes décroissent; & il cesse totalement, à l'instant où la corde cesse de se mouvoir de  $X$  vers  $C$  & vers  $D$ .

I°. On a observé que tous les parallélogrammes  $ACBD$ ;  $A c B d$ , sont toujours décrits en des tems égaux: c'est-à-dire, que la Corde en se mouvant de  $X$  vers  $C$  & vers  $D$ , ne met ni plus ni moins de tems pour faire sa premiere & plus grande vibration  $ACBD$ , que pour faire sa dernière & plus petite vibration  $A c B d$ .

D'où il s'en suit que toutes les Vibrations décroissantes d'une Corde sonore, sont isochrones: c'est-à-dire, de même durée.

II°. Quoique le Son s'affoiblisse, à mesure & à proportion que les vibrations deviennent plus petites  $A c B d$ : cependant le Son d'abord plus fort, ensuite plus foible, est toujours le même son, est toujours le ton *ut*, par exemple, plus ou moins sensible.

D'où il s'en suit que si la force ou l'intensité du Son, dépend de la grandeur des vibrations du Corps sonore: la qualité du Son, en est totalement indépendante.

III°. On avoit cru d'abord que le Son avoit pour cause efficiente, pour forme déterminative & constitutive de son être, les Vibrations générales & totales du corps sonore; par exemple, les vibrations  $ABCD$ ,  $A b C d$ , de la Corde résonnante  $AXB$ .

Mais les observations & les réflexions de Messieurs Perrault, Carré, de la Hire, & de quelques autres Physiciens éclairés & clair-voyans, ont fait évanouir cette fausse persuasion; & ont prouvé & démontré que la Cause formelle du Son, consiste dans le tremblement, dans le frémissement, dans le battement réciproque & alternatif, des particules insensibles du Corps sonore; par exemple, des particules  $vx$ ,  $vx$ , de la Corde  $TV$ , où l'on suppose représentés & les pores & les particules insensibles de la Corde  $AB$ .

670. EXPÉRIENCE II. Soit la même Corde  $AXB$ , plus courte de moitié qu'auparavant, & disposée de même. Heurtée par le milieu avec un Cure-dent, elle donne un Ton qui est précisément l'Octave du Ton précédent. Elle décrit encore des parallélogrammes décroissans & isochrones

ACBD,  $A c B d$  : mais elle met exactement la moitié moins de tems qu'auparavant, à décrire chaque parallélogramme.

D'où il s'enfuit, que la différence des Sons, plus ou moins graves, plus ou moins aigus, dépend de la fréquence des Vibrations dans le Corps sonore.

Il est clair que la Corde élastique AXB, en passant rapidement de C en D, de  $c$  en  $d$ , doit communiquer son mouvement & son frémissement au fluide élastique qui l'environne. Par exemple, si on conçoit les molécules aériennes sous la forme d'un assemblage de petits ressorts infléchis & comprimés DE : il est clair que toute la Colonne compressible & élastique DE, doit participer aux vibrations de la Corde AXB ; & qu'une Oreille placée en E, doit être affectée des mêmes vibrations qu'à la Corde sonore.

671. EXPÉRIENCE III. Soit ACB une Cloche de verre ; suspendue en l'air, & arrêtée fixement en C. Soit aussi une Vis V, fixée auprès de l'extrémité inférieure de la Cloche ; & que l'on fera avancer de V vers B, très-près de la cloche immobile, sans qu'elle la touche. (Fig. 105).

Si on frappe légèrement plusieurs coups sur l'extrémité AB de cette Cloche immobile : on entend un petit frémissement ou battement de la cloche contre la vis ; & ce battement ou frémissement subsiste, tant que dure le Son de la cloche.

EXPLICATION. On peut regarder une Cloche, comme une suite de zones circulaires 1, 2, 3, 4, 5, posées les unes sur les autres ; & chaque zone, comme une Corde élastique, que la percussion fait passer de l'état circulaire à l'état elliptique.

Si on prend l'anneau circulaire  $abcd$ , pour une zone de la cloche : on trouvera que cet anneau élastique, après la percussion, a une suite de vibrations très-rapides  $mn$ , qui imitent assez bien les vibrations isochrones de la corde dont nous venons de parler ; & ces vibrations  $ndm, mbn, nam, men$ , en se communiquant à l'air environnant, produisent le son. (669 & 670).

Plus la Cloche est grande, plus les vibrations sont lentes : c'est l'image d'une Corde plus longue, qui donne un Son plus grave. Plus la Cloche est petite, plus les vibrations sont rapides & fréquentes : c'est l'image d'une corde plus courte, qui donne un Son plus aigu.

672. EXPÉRIENCE IV. Quand deux Cordes sont à l'unisson ; sur un instrument à plusieurs cordes de différens Tons ; si avec

un Cure-dent ou avec un Archet, on fait frémir & résonner l'une des deux cordes à l'unisson, sans toucher l'autre: on verra que celle qui frémit & résonne, imprime un *petit frémissement* semblable au sien, & que l'œil apperçoit distinctement, à celle qui est à l'unisson; sans imprimer un pareil frémissement aux autres cordes plus ou moins voisines, plus ou moins tendues, qui ne se trouvent pas à l'unisson de la Corde agitée & ébranlée.

I°. La Corde ébranlée, en décrivant ses parallélogrammes (669), ébranle une masse d'air qui imite les mouvemens, ses allées & ses venues CMD, DMC. (Fig. 98).

II°. Cette masse d'air, qui prend & imite les mouvemens de la Corde ébranlée & résonnante, tend par son impulsion, à imprimer ses vibrations, ses allées & ses venues, à toutes les cordes de l'Instrument. Elle ne les imprime cependant sensiblement qu'à la Corde à l'unisson, qu'à la corde qui a une mobilité précisément égale à celle de la corde résonnante: parce que celle-ci est la seule qui soit persévérément exposée aux vibrations, aux allées & aux venues, de la colonne aérienne DE ou RS.

Les Cordes moins mobiles que la colonne aérienne DE, ne peuvent pas prendre une vibratilité égale: elles sont dépassées, & ensuite arrêtées & repoussées, par cette colonne.

Les Cordes plus mobiles que la même colonne aérienne DE, ont fini l'infiniment petite vibration qui leur est d'abord imprimée; avant que cette colonne ait achevé la sienne: elles ne peuvent donc non plus, aller & venir persévérément comme elle; & être constamment en prise à ses infiniment petites impulsions successives.

III°. Il est clair qu'une colonne aérienne DE, ébranlée par une corde de laiton ou de boyau, ne peut communiquer subitement & tout à coup un *mouvement sensible* à une autre corde de boyau ou de laiton; & que, pour qu'une telle communication de mouvement ait lieu, il faut nécessairement qu'elle soit le fruit ou l'effet de plusieurs vibrations successives & non-détruites, contre la corde à ébranler.

L'ébranlement ainsi communiqué par la colonne aérienne, sera le plus grand & le plus sensible: quand la colonne aérienne & la corde à ébranler, auront chacune une vibratilité qui sera comme 1 est à 1.

L'ébranlement aura encore lieu, mais plus foiblement; quand la vibratilité respective sera comme 2 est à 1, ou comme 1 est à 2: parce qu'au bout de deux vibrations, la colonne aérienne aura prise de nouveau sur la corde à ébranler; & ainsi du reste. (674).

673. REMARQUE. Si l'Oreille est une espece de *Clavessin naturel*, composé d'une infinité de fibres de différente longueur, de différente grosseur, de différente tension :

I°. Il est clair, d'après l'Expérience précédente, qu'une Corde quelconque de violon ou de clavier, ébranlée & mise en jeu, doit faire frémir uniquement la *Fibre auriculaire* qui se trouvera à l'unisson de la corde actuellement résonnante. De-là, la perception de ce Son : perception attachée au frémissement organique de cette fibre *ab*, par exemple. (Fig. 85).

II°. Une autre Corde, d'un ton plus grave ou plus aigu, ébranlée & mise en jeu, fera aussi frémir uniquement une autre *Fibre auriculaire* qui se trouvera à l'unisson de la nouvelle corde résonnante. De-là, la perception d'un nouveau Son : perception attachée à un nouveau frémissement dans une nouvelle fibre *cd* de la *Lame spirale*.

III°. Si ces deux frémissemens différens existent à la fois dans deux différentes *Fibres auriculaires ab & cd* : l'Ame aura à la fois la sensation ou la perception spirituelle de ces deux Sons différens.

Et comme il n'y a aucun Son possible, qui ne soit à l'unisson de quelqu'une des *Fibres auriculaires mn*, *mn* : il s'ensuit qu'il n'y a aucun Son qui ne puisse faire frémir quelque une des fibres auriculaires, & se faire sentir à l'Ame. (Fig. 100 & 84).

#### DIVERSITÉ ET PROPAGATION DES SONS.

674. OBSERVATION I. Par les différentes expériences qu'on a faites sur les cordes résonnantes, il conste :

I°. Que deux Cordes qui sont dans un même tems un même nombre précis de vibrations, donnent l'unisson : c'est-à-dire, deux sons parfaitement semblables en nature, qui paroissent se réunir en un seul son.

II°. Que deux Cordes, dont l'une fait deux fois plus de vibrations que l'autre dans un même tems, donnent deux Tons, dont l'un est l'Octave de l'autre.

III°. Que la Corde dont les vibrations sont deux fois plus rapides, donne l'Octave supérieure : que celle des deux cordes, qui fait trois vibrations contre deux, donne la *Quinte* ; quatre contre trois, la *Quarte* ; cinq contre quatre, la *Tierce majeure* ; six contre cinq, la *Tierce mineure*.

Voici le rapport & l'expression numérique de ces différens Tons, en les considérant relativement à la différente fréquence des Vibrations du Corps sonore qui les produit : 1 à 1, est l'unisson : 2 à 1, l'octave : 4 à 1, la double octave :

3 à 2, la quinte : 4 à 3, la quarte : 5 à 4, la tierce majeure : 6 à 5 la tierce mineure.

675. OBSERVATION II. Selon Descartes, dont l'Opinion est aujourd'hui généralement abandonnée, le Son se répand & se transmet dans l'Air, par voie d'Ondulation : c'est-à-dire, en imitant les orbes liquides qu'on apperçoit dans un Réservoir plein d'une eau tranquille, quand on y jette à la fois ou successivement plusieurs pierres.

Selon le reste des Physiciens, le Son se répand & se propage, par voie de Pression : en supposant que les molécules aériennes qui le transmettent & qui en donnent la perception, sont comme une suite de petits ressorts compressibles & élastiques, qui se trouvent interposés & agités entre l'oreille & le corps sonore. (Fig. 98).

Quoi qu'il en soit à cet égard, il conste par les expériences qui ont été faites & répétées en différens tems & en différens lieux :

I°. Que le Son, grave ou aigu, fort ou foible, se répand persévérément avec la même vitesse : pendant tout le tems qu'il subsiste & qu'il se fait entendre.

II°. Que le Son parcourt uniformément 173 toises par seconde : soit dans la plus grande proximité, soit dans le plus grand éloignement du Corps sonore.

III°. Que la vitesse du Son, grave ou aigu, fort ou foible, est augmentée par un vent favorable, & diminuée par un vent contraire.

Le Son, avec un vent favorable, parcourt par seconde 173 toises, plus l'espace que le vent fait parcourir dans le même tems à la masse de l'air. Le Son, avec un vent contraire, parcourt par seconde 173 toises, moins l'espace que le vent fait parcourir à la masse de l'air.

Il n'est pas facile de déterminer avec précision la vitesse du Vent. Selon les observations de Mariotte, le Vent le plus violent ne parcourt que 5 toises 2 pieds par seconde : il en parcourt environ le double, selon celles de Derham. Ces deux Physiciens ont fait leurs observations en différens lieux, sur différens vents : la différence de leurs observations n'a donc rien qui doive surprendre.

676. REMARQUE. On peut, en bien des occasions, tirer des lumieres utiles ou amusantes, de cette vitesse du Son, connue & déterminée. Par exemple, on peut déterminer à peu près à quelle distance est un Canon, dont on voit d'abord la lumiere & dont on entend ensuite le son : à quelle distance est une Née fulminante, dont on voit d'abord l'éclair, & dont on entend ensuite le tonnerre.

1°. Comme la Lumiere parcourt au moins 66666 lieues en une seconde de tems (716) : on peut prendre l'instant où l'on voit la lumiere du Canon ou l'éclair de la Nuée fulminante, pour l'instant où se fait l'éruption de la poudre enflammée hors du canon, ou de la matiere fulminante dans la nuée. Il y aura donc, entre le Canon ou la Nuée fulminante, & le Lieu d'où l'on entend le son, autant de fois 173 toises : qu'il s'écoule de Secondes, entre l'instant où l'on voit la Lumiere & l'instant où l'on entend le Son.

Supposons qu'entre ces deux instans, s'écoulent dix Secondes : la distance sera  $173 \times 10 = 1730$  toises, qui font un peu plus de trois quarts de lieue.

II°. Toute la difficulté consiste donc à avoir le nombre des Secondes qui s'écoulent entre l'instant où l'on voit la Lumiere, & l'instant où l'on entend le Son.

On aura à peu près ce nombre de Secondes, par le moyen des pulsations du Pouls : qui dans l'Adulte, bat environ 65 ou 70 fois par Minute. En supposant environ 160 toises parcourues par le Son, pendant chaque pulsation : on aura à fort peu près la distance du Canon ou de la Nuée fulminante. (680).

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

677. OBJECTION I. Dans l'hypothese que nous adoptons sur le Son : une seule & même Corde de violon ou de clavecin, ébranlée & mise en jeu, devrait donner à la fois tous les Tons possibles, graves & aigus. Car cette Corde, par ses vibrations totales & particulieres, imprime nécessairement un mouvement à toutes les especes d'air qui l'entourent. Or elle est incontestablement environnée & des différentes especes d'air destinées à donner les tons plus ou moins graves, & des différentes especes d'air destinées à donner les tons plus ou moins aigus. Donc cette Corde, ébranlée & mise en jeu, devrait faire frémir à la fois toutes les différentes especes d'air, & par-là même produire tous les tons possibles : puisque les différens tons ne sont autre chose, que le frémissement de différentes especes d'air.

RÉPONSE. Il est évident qu'une Corde ébranlée & mise en jeu, ne peut faire ses vibrations plus ou moins rapides dans l'Air : sans déplacer toutes les différentes especes d'air, qui l'entourent & la pressent en tout sens. Si le Son consistoit dans le simple déplacement de l'air : il est sûr qu'une seule & même Corde devrait donner tous les tons possibles à la fois. Mais le Son ne consiste pas dans un mouvement quelconque de l'air : il consiste dans un mouvement de vibra-

tion soutenue, dans un frémissement régulier & durable des molécules aériennes; & une Corde ébranlée ne peut donner un mouvement de vibration soutenue, un frémissement régulier & durable, qu'à la seule espece d'air dont la vibratilité est analogue à la sienne. Ainsi,

I°. Une Corde mise en jeu, donne un *Ton unique*, sensible & dominant: parce qu'elle n'imprime un frémissement sensible, soutenu, régulier, dominant, qu'à la seule espece d'air dont la vibratilité égale la sienne. (672).

II°. La même Corde mise en jeu, imprime encore un petit frémissement régulier & soutenu à certaines autres especes d'air, dont la vibratilité a quelque analogie avec la sienne; savoir, aux *Especes d'air harmoniques*: c'est-à-dire, à celles dont la vibratilité est telle que leurs vibrations peuvent & doivent recommencer, apres un certain nombre de mouvemens, avec les vibrations de la corde résonnante. Par exemple,

Une Corde mise en jeu, fait d'abord frémir & résonner nettement & sensiblement les molécules d'air propres à faire précisément autant de vibrations qu'elle: c'est le *Ton principal & dominant*.

La même Corde fait encore frémir & résonner, mais avec beaucoup moins de force, les molécules d'air qui font deux vibrations contre une; c'est l'*Octave*; ensuite & plus faiblement encore, celles qui font trois vibrations contre deux; c'est la *Quinte*; & ainsi de suite: de sorte qu'un seul & même Corps sonore, ébranlé & mis en jeu, forme toujours un petit concert.

Ces Sons qui naissent du son principal, & qu'on nomme *Tons harmoniques*, sont couverts à la vérité par le son principal. Mais quand le Son principal vient à s'affoiblir: une Oreille délicate n'a pas de la peine à les saisir distinctement.

La corde qui résonne & qui donne le Ton principal, fait une impression d'autant plus vive & plus sensible sur les *Especes harmoniques d'air*, qu'elles sont plus harmoniques ou plus prochainement rentrantes. La raison en est, que plus la vibratilité des Molécules aériennes, approche des vibrations de la Corde résonnante: plus ces molécules en reçoivent souvent & efficacement l'impulsion.

III°. La même Corde mise en jeu, imprime aussi quelque mouvement irrégulier aux autres especes d'air contigu, dont la vibratilité differe totalement ou differe trop de la sienne, soit en plus, soit en moins. Mais ce mouvement, par le défaut de correspondance entre le ressort de la corde ébranlée & le ressort de l'espece d'air à ébranler, ne donne point



le mouvement de vibration soutenue & régulière, à laquelle est affectée la production du Son.

678. OBJECTION II. Dans l'hypothèse que nous adoptons sur le Son ; le son aigu devrait se répandre avec plus de vitesse que le son grave : puisque les vibrations du son aigu sont plus promptes & plus rapides que celles du son grave. (674). Or il conste par l'expérience, que le son grave & le son aigu, le son plus fort & le son plus foible, se répandent avec la même vitesse ; & se font entendre au loin l'un & l'autre, dans un tems également court ou également long.

RÉPONSE. Il y a une différence essentielle entre la propagation du Son, & la propagation de la Lumière.

La Lumière se répand & se propage, par le transport successif des Molécules lumineuses. Par exemple, je vois le soleil, par l'impulsion que font sur les fibres de mon œil, les molécules mêmes qui ont été dardées & qui se sont échappées du sein de cet astre.

Le Son au contraire, se répand & se propage, par la simple pression successive des Molécules aériennes ; qui, comme autant de petits ressorts contigus, réagissent les unes contre les autres. Par exemple, les molécules aériennes qui heurtent les fibres de mon oreille & qui me font entendre le son d'une Cloche éloignée d'un quart de lieue, ne font point les molécules mêmes qu'a ébranlé le frémissement de la cloche.

Concevons une Colonne de molécules aériennes, parfaitement élastiques, laquelle s'étende depuis la cloche jusqu'à mon oreille sans interruption. Les molécules aériennes qui touchent la cloche résonnante, prennent ses vibrations, lesquelles se communiquent rapidement de proche en proche dans toute l'étendue de cette colonne : sans que les molécules aériennes qui la composent dans toute son étendue, changent de place autrement que pour faire leurs vibrations dans le lieu même où elles se trouvent. La première molécule, ébranlée par le frémissement de la Cloche, presse la seconde ; la seconde presse la troisième ; & ainsi de suite : de sorte que la dernière qui touche immédiatement mon oreille, reçoit à la fin par communication, le frémissement de la première. Cette explication simple & lumineuse, fait évanouir totalement la force de l'objection à résoudre. Car,

1°. On conçoit facilement que si deux Cordes de clavecin, l'une à l'octave de l'autre, font en même tems leurs vibrations contre deux différentes especes d'air étendues en colonnes jusqu'à mon oreille : il faudra sensiblement autant de tems à chaque molécule au ton aigu, pour faire deux vi-

brations dans son espace ; qu'il en faudra à chaque molécule au ton grave , pour faire une seule vibration dans son espace.

II°. On conçoit de même que si deux Cordes résonnent , l'une foiblement & l'autre fortement : il faudra sensiblement autant de tems à la première , pour produire dans les molécules aériennes une compression plus foible ; qu'il en faudra à la seconde , pour y produire une compression plus forte. D'où il s'ensuit que le ton grave & le ton aigu , le ton fort & le ton foible , doivent se répandre avec une vitesse sensiblement égale.

679. OBJECTION III. Les flûtes , les hautbois , les clarinettes , les bassons , & quelques autres Instrumens à vent , donnent des Sons d'autant plus aigus , toutes choses étant égales d'ailleurs ; que l'air s'échappe par moins de trous & plus près de l'embouchure. Dira-t-on que l'espece d'air qui s'échappe d'une flûte par l'ouverture *Sol* , soit différent de l'espece d'air qui s'échappe de la même flûte par l'ouverture *Fa* , ou par l'ouverture *La* ? Ce seroit adopter un étrange paradoxe. Et en adoptant même ce paradoxe , quand le coup de langue dans la flûte ou le frémissement des anches dans le hautbois , a imprimé un frémissement déterminé à certaine espece d'air : pourquoi cette espece d'air ne conserve-t-elle pas le même frémissement , en s'échappant par quelque trou que ce soit de la flûte ou du hautbois ?

RÉPONSE. L'Air contenu dans la capacité d'une flûte , ou d'un hautbois , ou de tout autre instrument semblable , reçoit de la bouche une impulsion qui lui imprime un mouvement , mais un mouvement différent de celui qui le rend formellement sonore : puisqu'il ne résonne qu'à l'instant qu'il s'échappe au dehors , & qu'il heurte l'air extérieur. Sur quoi voici quelques observations à faire.

I°. La Colonne d'air , contenue dans l'instrument , est la cause du son , & non le son lui-même. On doit la considérer comme une *Corde sonore* , qui produit des Sons d'autant plus aigus , qu'elle devient plus courte ; & dont la longueur est la distance interceptée entre l'embouchure & le trou le plus prochain par où l'air s'échappe au dehors. Les doigts qui bouchent ou débouchent les trous de l'instrument , allongent ou raccourcissent la colonne sonore ; & la mettent en état de donner des tons plus graves ou plus aigus : c'est l'image du jeu des doigts sur les cordes d'un violon.

Le Souffle de la bouche , fait sur cette Colonne aérienne ; la même fonction que l'archet sur une corde de violon : il l'ébranle , & la met en état d'ébranler l'air environnant , en

fortant de l'instrument. La colonne plus courte donne un ton plus aigu, que la colonne plus longue : tout étant égal d'ailleurs (670).

II°. La Colonne aérienne, contenue dans la capacité d'une flûte ou d'un hautbois, ne produit le Son, que par son échappement hors de l'instrument. Semblable à une corde de clavecin ou de violon : plus elle est courte, plus elle a de fréquence dans ses vibrations ; & plus elle a de fréquence dans ses vibrations, sous le même coup de langue, plus elle en imprime aux molécules d'air qu'elle heurte en s'échappant de l'instrument. De-là la différence des Tons graves & des tons aigus, dont elle est la cause.

III°. Quand on est arrivé aux trous de la flûte, les plus voisins de l'embouchure : pour donner des tons plus aigus, il faut un souffle & des coups de langue d'une espèce nouvelle. Ce souffle & ces coups de langue, plus vifs & plus rapides, impriment des vibrations plus promptes à la Colonne sonore qui est contenue dans la flûte ; & la mettent en état d'imprimer, en s'échappant hors de l'instrument, des vibrations plus rapides & plus fréquentes à l'air extérieur.

De-là, les Tons plus ou moins aigus de la seconde octave : à mesure que les doigts, en ouvrant & en bouchant les trous, allongent ou raccourcissent la Colonne sonore ; qu'il faut toujours regarder comme la cause du son, & non comme le son lui-même.

IV°. Quoique la Colonne aérienne, dont il est ici question, soit la principale cause du Son : il ne s'ensuit pas que la matière de la flûte & du hautbois, n'entre pour rien dans la production du son. Il est très-vraisemblable que l'Instrument, par le frémissement de ses parties insensibles, contribue pour beaucoup à la formation & à la perfection du Son que donne la Colonne aérienne, renfermée dans la flûte & dans le hautbois : comme le frémissement des parties insensibles du clavecin ou du violon, contribue incontestablement à la formation & à la perfection du son que produit la corde sonore sur ces instrumens.

On distingue une bonne Flûte d'une mauvaise, non-seulement à la justesse, mais encore à l'harmonie du Son. Or qu'est-ce que cette harmonie ; sinon un frémissement occasionné par les parties insensibles de l'Instrument : frémissement que ne détruit pas toujours le contact du Corps sonore : puisque ce frémissement se fait aisément sentir dans le violon, dans le cor de chasse, dans le tambour, quoique ces instrumens soient appuyés sur ceux qui les mettent en jeu.

V°. Il résulte de tout cela, que la diversité des Tons, dans

la flûte & dans le hautbois, n'a rien de plus singulier que dans les autres corps sonores : si ce n'est qu'ici c'est l'air lui-même qui fait en grande partie la fonction de cause du Son. Mais pourquoi une Colonne d'air de toute espece, ne pourroit-elle pas faire ce que fait une corde de boyau ou de métal : imprimer un mouvement déterminé à l'air environnant ?

Cette *Colonne aérienne*, contenue dans la capacité de l'instrument, doit recevoir, par l'impulsion de la langue & de la bouche, un mouvement d'autant plus grand, qu'elle se trouve plus courte ; & en s'échappant par les petits trous de l'instrument, elle doit, selon la Loi commune à tous les fluides, accélérer son mouvement. Plus sa vitesse est grande dans son échappement : plus les vibrations qu'elle imprime aux parties insensibles de l'instrument, doivent être rapides ; plus le frémissent qu'elle imprime à l'air extérieur, doit avoir de prestesse & de fréquence. De-là, la diversité des Tons.

680. REMARQUE. Il est assez vraisemblable que le Son du canon, du fusil, de toutes les armes à feu, a aussi principalement pour cause, l'action de l'air contre l'air : savoir, l'action de l'air combiné avec le soufre & le charbon, que l'inflammation dégage au sein d'une arme à feu ; & qu'elle met en état de heurter avec des vibrations très-violentes l'air extérieur, en s'échappant au dehors.

Cet air ainsi dégagé est ce que les modernes Physiciens nomment *Air inflammable* : à cause des particules ignées que la fermentation ou l'électrisation ou l'inflammation, lui unissent, & qui causent son explosion & sa détonation.

La force explosible de la poudre enflammée, doit donner aussi un frémissent très-marqué aux parties insensibles de l'arme à feu, du sein de laquelle elle s'échappe avec effort ; & ce frémissent concomitant contribue à former, à perfectionner, à caractériser le son produit principalement par l'explosion de la poudre & de l'air. (669).

681. OBJECTION IV. Dans l'hypothese que nous adoptons, quand deux Cordes à l'unisson, résonnent à la fois sous deux archets différens : on devroit n'entendre qu'un simple Son, plus fort & plus plein à la vérité, mais unique ; & cependant on entend & on distingue le son de l'une & de l'autre corde. Donc l'hypothese que nous adoptons ne s'accorde pas avec l'expérience.

Je prouve l'antécédent. Les deux Cordes à l'unisson, doivent ne faire frémir qu'une seule & même espece d'air : le frémissent d'une seule & même espece d'air doit ne

faire frémir qu'une même Fibre auriculaire : le frémissement d'une seule & même fibre auriculaire doit n'occasionner dans l'Ame qu'une seule & même sensation , relative à un même & simple Son , à un même & unique Corps sonore.

RÉPONSE. Ce petit phénomène a paru si singulier à la plupart des plus célèbres Physiciens , qu'ils ont désespéré d'en donner jamais une explication qui pût quadrer avec la théorie démontrée du Son ; & nous avouons que nous sentons avec eux toute la force de l'objection , sans penser qu'elle soit absolument insoluble & inconciliable avec la théorie du son. En attendant que la réflexion ou le hasard donne de nouvelles lumières sur cet objet , voici notre idée & notre réponse.

I°. Quand même il seroit vrai que ce phénomène est inexplicable & inconciliable avec la théorie du son , il ne s'enfuivroit pas qu'on dût abandonner cette théorie , démontrée par l'expérience : parce que , selon l'Axiome général , ce qu'il y a de clair & de certain dans une chose , ne doit pas être abandonné à cause de l'obscur & de l'incertain qui pourroit se trouver dans la même chose. (*Mét.* 20).

II°. Mais ce phénomène est-il réellement aussi inexplicable & aussi opposé à la théorie du Son , qu'on a voulu se le persuader ? Non , sans doute. Deux Cordes à l'unisson , en résonnant sous deux archets différens , doivent à la vérité ne faire frémir qu'une même espece d'air dans l'Atmosphère , qu'une même fibre dans l'Oreille. En conséquence de quoi , l'Ame ne doit sentir qu'un seul Son : si les deux Cordes qui l'occasionnent ont une ressemblance entière & parfaite ; en telle sorte qu'il n'y ait absolument aucune différence , ni entre leurs parties sensibles , ni entre leurs parties insensibles.

Mais si ces deux Cordes , assez semblables en gros & dans leur généralité qui donne leur *Ton commun* , différent entre elles dans quelques petites particularités capables de se faire sentir de part & d'autre dans ce ton commun : l'Ame ne doit elle pas appercevoir & distinguer dans le Ton général & commun , qu'il pourroit se rapporter à une unique cause , quelques modifications un peu différentes qui annoncent une *duplicité de Cause* , & qui sont relatives à deux Cordes résonnantes ?

Il n'y a aucune parfaite ressemblance entre deux Corps quelconques les plus ressemblans , dans la Nature. Il y a toujours , entre deux choses matérielles , quelques traits , quelques linéamens , quelques accidens , qui font que l'une diffère de l'autre.

Deux Cordes de clavessin ou de violon , sensiblement de

même longueur, de même épaisseur de même tension, ne se ressemblent pas parfaitement dans tout leur être, dans tous leurs pores, dans toutes leurs parties insensibles. Ce qu'elles ont de *resemblance*, suffit pour qu'elles ébranlent en gros la même espèce d'air; pour qu'elles fassent chacune sur l'oreille, une impression de même nature en général: voilà le ton commun. Ce qu'elles ont de *différence*, suffit aussi pour que l'une ébranle quelques molécules aériennes, qui échappent à l'autre; pour qu'une oreille délicate & attentive, qui en reçoit la double impression, y sente quelque altérité réelle, quelque défaut d'identité parfaite. De là, la perception de deux Cordes & de deux Sons à l'unisson.

682. OBJECTION V. Dans le sentiment que nous adoptions sur la transmission du Son; le Son d'une Cloche enfermée sous le récipient d'une Machine pneumatique, ne devoit point se faire entendre au dehors: puisque l'air du dehors ne reçoit aucun frémissement de la part de l'air agité sous le récipient: le récipient étant comme un mur impénétrable, qui sépare efficacement l'air intérieur de l'air extérieur. Il semble donc que le *Milieu* destiné à transmettre le Son, du corps qui le produit à l'organe qui en reçoit l'impression, doit être un fluide plus subtil que l'air, & qui ait un libre passage à travers les pores du verre.

RÉPONSE. Pour résoudre en plein cette difficulté: nous allons faire voir que la transmission du Son, ne peut être attribuée à un fluide différent de l'air; & que le frémissement de l'air enfermé sous le récipient, peut facilement se communiquer à l'air extérieur. (*Fig. 103*).

I°. La *transmission du Son*, ne peut être attribuée à un fluide différent de l'air, plus subtil que l'air, & qui ait un libre passage à travers les pores du verre. Car, à mesure que l'on soutire & que l'on raréfie l'air du Récipient, par le moyen de la Machine pneumatique; le Son diminue & s'affoiblit:

Ce qui ne devoit point avoir lieu; si le Son étoit transmis par un fluide différent de l'air, qui eût un libre passage à travers les pores du verre: puisque, dans cette hypothèse, il y auroit toujours sous le Récipient, la même *cause du Son*; savoir, la même Cloche destinée à le produire, & le même fluide destiné à le transmettre.

II°. L'Air enfermé sous le Récipient, peut communiquer son frémissement à l'air extérieur. Car, quoique l'air enfermé sous le Récipient, n'ait aucune communication immédiate avec l'air extérieur: il a avec l'air extérieur, une communication médiante, qui suffit pour lui transmettre le frémissement dont il est affecté.

Je m'explique. Quand, ébranlée par le coup de marteau sous le récipient, la Cloche imprime ses vibrations totales & particulières à la masse d'air qui l'environne (671) : cet air frémissant communique son frémissement & ses vibrations aux parties du verre qui le captive : ces parties frémissantes du verre, communiquent leur frémissement & leurs vibrations aux molécules de l'air extérieur, qui les environne : cet air environnant communique son frémissement & ses vibrations à la masse d'air interposée entre le récipient & l'oreille qui reçoit l'impression du Son.

Il est vrai que la *Masse d'air*, enfermée sous le récipient & ébranlée par le frémissement de la cloche, doit ébranler bien plus difficilement & bien plus foiblement les parties du verre ; qu'elle n'ébranleroit une simple masse d'air. Mais aussi s'aperçoit-on aisément que le Son de la cloche enfermée sous le récipient, est considérablement plus foible & moins sensible ; que lorsque la même cloche sonne en plein air hors du récipient.

#### L'ÉCHO, IMAGE DE LA VOIX.

683. DESCRIPTION. L'Echo, cette invisible divinité des antres & des rochers, si vantée par les Poètes, si intéressante pour les Amans, qui toute voix & toute sentiment, semble se transformer en ceux qui lui parlent : image fidelle de leurs peines, de leurs triomphes, de leurs jeux & de leurs transports ; plaintive avec ceux qui se plaignent, joyeuse avec ceux dont la joie éclate, menaçante avec ceux dont le courroux se déploie en menaces : l'*Echo* n'est autre chose qu'un Air réfléchi, dont les vibrations excitées par le Corps sonore, reviennent après un certain tems affecter l'Organe de l'ouïe.

Nous avons entendu un écho répéter nettement tout le premier vers de l'Enéide : *Arma Virumque cano, Troja qui primus ab oris*. Quand je récite distinctement ce Vers à voix haute ; mon oreille en fait successivement toutes les différentes syllabes : parce qu'à chaque instant l'air modifié par ma voix, frappe mon oreille avec des modifications différentes. Pour que j'entende une seconde fois ce même Vers, que faut-il ? Il faut uniquement que le même air revienne avec les mêmes modifications successives, heurter & ébranler les mêmes fibres de mon oreille. Or c'est ce qui doit arriver par le moyen de l'Echo : comme nous allons l'expliquer. (Fig. 90).

1°. Soit à une distance considérable du point A, une Caverne BCDEF, tellement configurée que lorsque quelqu'un parle au point A, toutes les Colonnes vocales & aé-

riennes AB, AC, AD, AE, AF, aboutissent à de petites surfaces sur lesquelles leur direction soit perpendiculaire.

Selon les Loix générales qui concernent la *Réflexion des Corps élastiques*; toutes ces Colonnes aériennes, pressées & comprimées contre le plan qui les termine, auront un mouvement commun de réaction vers le point A: puisque l'angle d'incidence étant droit, l'angle de réflexion est parfaitement le même que l'angle d'incidence. Les molécules aériennes qui auront successivement heurté la Caverne avec un certain genre de frémissement, seront donc successivement répercutées par la Caverne; avec le même genre de frémissement: lequel ira successivement affecter l'oreille en A. Voilà la répétition du Son: voilà l'Echo.

II°. Si au point H & au point K se trouvent des *Cavernes semblables*: on aura en A trois répétitions du Son; on entendra trois Echos.

Ainsi, si une personne forme un cri ou prononce un mot au point A: elle entend d'abord ce Son, par le frémissement que sa voix imprime aux molécules aériennes. Elle l'entend ensuite à différentes reprises, par la répercussion qu'éprouvent ces molécules frémissantes, au point K, au point H, au point M. L'écho le plus prochain répète le premier; l'écho le plus éloigné répète le dernier: parce que la propagation du son direct ou réfléchi est uniforme; & qu'il faut d'autant plus de tems au son, soit pour aller, soit pour revenir, que le terme où il aboutit & qui le réfléchit, est plus éloigné.

On peut même facilement déterminer l'éloignement de l'Echo, ou de la Concavité réfléchissante. Car s'il s'écoule quatre secondes, par exemple, entre le son direct & le son réfléchi: le son met deux secondes pour atteindre à l'écho; & deux secondes pour en revenir. Ainsi l'Echo est éloigné de deux fois 173 toises, de celui qui forme le son & qui en entend la répétition au point A. (675).

III°. Si les *Plans réfléchissans* BCDEF se trouvent tous inégalement inclinés sur les Colonnes vocales AB, AC, AD, AE, AF; en telle sorte que ces colonnes soient réfléchies par leurs plans respectifs vers un point commun N: l'Echo ou la répétition du Son se fera entendre, non au point A, mais au point N.

Ainsi, dans ce cas, on entendra d'abord le Son direct en N, par la ligne AN: on entendra ensuite la répétition du Son, par la ligne AMN.

IV°. Quand il n'y a point de *Concavité réfléchissante*, au voisinage de celui qui parle; on n'entend point de Répéti-



tion ou d'Echo: soit parce que l'air libre, qui n'est point arrêté & captivé, ne se comprime pas assez fortement pour avoir une réaction sensible; soit parce que cette réaction, dirigée & dispersée vers une infinité de points différens par l'irrégularité des plans réfléchissans, ne peut faire nulle part une impression efficace & sensible sur l'Organe de l'ouïe.

V°. Dans les temples, dans les forêts, dans les vallées; se trouvent souvent des Echos: parce que la nature ou l'art y ont ménagé des *Concavités* propres à donner au Son réfléchi, une direction générale & commune vers certains points.

L'Echo est d'autant plus sensible, que le Son primitif est plus fort; que la convergence des Colonnes sonores vers un même point, est plus générale; & que l'Oreille se trouve plus près du centre de convergence.

L'Oreille, placée au point S, entendra l'écho M: mais elle l'entendra beaucoup mieux au point A, où se concentre toute l'action des Colonnes réfléchies. Il est clair que ce centre de convergence des Colonnes réfléchies, peut se trouver ou plus près ou plus loin de l'écho; que celui qui forme le Son direct.

VI°. Il y a quelquefois *Echo d'écho*. Par exemple, le Son formé en A, peut se réfléchir en N, par l'écho M. Ce Son réfléchi peut trouver en N, une concavité qui le réfléchisse de nouveau en A. On aura donc en A, la répétition du son réfléchi, ou Echo d'écho.

VII°. Quand on parle auprès d'un Echo; l'écho répète également toutes les syllabes d'une longue phrase: pourquoi n'entend-on communément que les dernières?

La raison en est, que le Son direct, tant qu'il dure, fait sur les fibres de l'Oreille, une impression beaucoup plus forte que le Son réfléchi; & que l'*Impression dominante absorbe l'attention de l'Ame*, & l'empêche d'être sensiblement affectée par des impressions plus foibles.

Mais quand le frémissement plus sensible, occasionné aux fibres de l'oreille par le son direct, vient à cesser: le frémissement plus foible, occasionné aux fibres de l'oreille par le Son réfléchi, devient l'impression dominante; & l'attention de l'ame s'y porte toute entière. De-là, la perception des dernières syllabes que répète l'Echo.

#### L'ORGANE DE LA VOIX.

684. DESCRIPTION. La Voix humaine, cette image sensible des pensées, des sentimens, de toutes les modifications d'une substance intellectuelle: ce miroir sublime, qui peint ou doit peindre les ames, pour unir les hommes en société; pour consacrer leurs engagemens réciproques; pour

faire du genre humain, comme une unique famille de Freres destinés à se prêter des secours mutuels de lumiere & d'assistance: la *Voix humaine* n'est qu'un air modifié, que met en jeu la Trachée-artere, que la Langue divise, & que perfectionne la Concavité de la bouche. (Fig. 106).

I°. A l'extrémité supérieure de la Trachée-artere G g, H h, se trouve une petite ouverture k, d'environ une ligne de diametre, de figure ovale, assez semblable à l'embouchure d'une flûte à bec, & propre à s'ouvrir plus ou moins à volonté: c'est la *Glotte*. (516).

Au-dessus de cette ouverture, est placée une petite languette mobile, qu'on nomme *Épiglotte*; & qui, en s'abaissant sur la glotte, peut la fermer hermétiquement.

La Glotte ne se ferme entièrement sous l'épiglotte; que dans l'instant où les alimens, solides ou liquides, entrent dans l'estomac par l'œsophage. Pendant tout le reste du tems la glotte est extrêmement ouverte, pour laisser un libre jeu à l'*Inspiration* & à l'*Expiration*: qui tranquilles n'impriment aucun frémissement sensible aux molécules aériennes, dans leur entrée & dans leur sortie.

II°. Quand nous voulons donner un Son, ou prononcer un Mot: nous commençons par retrécir plus ou moins la Glotte k. Nous poussons ensuite avec plus ou moins de véhémence, l'air des poumons, dans les sinuosités g G, h H, de la Trachée-artere.

Que doit-il résulter de-là? L'air des poumons, comprimé dans les sinuosités de la trachée-artere, sort avec violence par la glotte, qu'il fait frémir de différentes manieres, & dont le frémissement se communique & se transmet à l'air contenu dans la concavité de la bouche. Plus la Glotte k est retrécie, plus l'air qui y passe a de rapidité: plus l'air a de rapidité dans son passage par la glotte, plus le frémissement qu'il imprime aux fibres de la glotte, a de fréquence. De-là, la différence des tons plus ou moins graves, plus ou moins aigus. (670).

III°. Mais comment & par quel mécanisme, la Glotte produit-elle le Son? Est-ce par un battement alternatif & réciproque des parties qui forment la glotte: battement qu'on pourroit imaginer tel que celui des deux petites langues qui forment l'anche d'un hautbois ou d'un basson? Est-ce par un simple frémissement dans un faisceau de fibres plus ou moins tendues autour de la glotte: frémissement propre à donner des Tons d'autant plus graves ou plus aigus, que ces fibres, susceptibles de différens degrés de tension, auroient plus ou moins de longueur?

Presque tous les Physiciens opinioient que le Son est pro-

duit par le battement alternatif des deux demi-ellipses de la glotte, l'une contre l'autre : mais M. Ferrein a fait évanouir cette opinion. Cet ingénieux Physicien observa que le contour elliptique de la glotte *k*, est formé d'un faisceau de fibres susceptibles de différente tension. Il soupçonna que l'air, élançé des poumons, imprimoit à ces fibres, un frémissement plus ou moins fréquent & rapide selon leurs différens degrés de tension : sans occasionner aucun battement alternatif entre les deux demi-ellipses de la glotte. Ce n'étoit qu'un soupçon : l'expérience le convertit en certitude, en cette maniere.

Il prit la Trachée-artere d'un Cadavre qui venoit d'expirer ; & avec un soufflet, il fit passer l'air, de la trachée-artere, dans la glotte. Et l'on vit la Glotte produire le Son, sans aucun battement, de ses parties ou de ses deux demi-ellipses, l'une contre l'autre. Il s'ensuit de-là, qu'on doit regarder l'organe de la Voix, comme un instrument à vent & à cordes.

IV°. Le Son, formé par le frémissement des fibres qui forment la Glotte, se modifie & se perfectionne dans la Concavité de la bouche, par l'inflexion de la langue & par le mouvement des lèvres. La concavité de la bouche, est pour les fibres de la glotte ; ce que la caisse d'un Violon, est pour les cordes qu'elle soutient : elle rend le Son plus sensible, plus fort, plus harmonieux.

Le jeu de la langue & des lèvres, en divisant à propos le Son continu de la glotte, le transforme en articulations, en Voix humaine. L'ouverture du Nez, en donnant passage à l'air sonore de la bouche, contribue aussi pour beaucoup à l'aménité de la voix. Quand le nez est bouché, on donne un ton nasal, qui déplaît : de sorte que ce qu'on appelle *parler du nez*, est précisément une contre-vérité physique.

Les Perroquets, dont la langue est capable de quelques mouvemens assez semblables à ceux de la langue humaine, ne prononcent des *Sons articulés* ; que parce que les inflexions de leur langue peuvent diviser à propos les sons formés par leur glotte. La plupart des Animaux, ne sont point capables d'articuler : parce que leur langue & leur bouche n'ont pas un jeu assez aisé, pour opérer d'une maniere convenable cette division des sons.

Les Muets ne peuvent parler, quoique souvent ils donnent un cri : parce que leur langue, liée ou mal configurée, n'est pas propre à diviser & à modifier ce cri.

#### L'ORGANE DE L'OUÏE.

685. DESCRIPTION, L'Oreille humaine est composée de

plusieurs parties principales, qui sont l'aile, la conque, le conduit auditif, le tympan, la caisse du tambour, le labyrinthe, le limaçon, le nerf auditif. (Fig. 84).

I°. L'Aile de l'oreille est la partie saillante & visible AB: évasée, elle dispose le son à s'entonner facilement dans la conque & dans le conduit auditif.

En pensant à l'utile, la Nature n'a point oublié l'agréable. L'Oreille termine avantageusement la face de part & d'autre; & elle a ses graces naturelles, sans le secours de ces brillantes Pierreries qu'y suspend le luxe; & qui sont souvent d'un bien plus grand prix, que la Personne qui les porte.

II°. La Conque est cette cavité visible A C B, que forme l'aile de l'oreille à fleur de tête; & qui est placée devant le Conduit auditif C D. Ce nom lui vient de la ressemblance qu'elle a avec une coquille de mer, qui se nomme en latin *Concha*.

III°. Le Conduit auditif C D est un canal cartilagineux, qui part de la conque, & qui aboutit au tympan. Il est tapissé, dans toute son étendue, d'une tunique mince; qui vient de la peau, & qui se continue jusques sur la membrane du tympan.

IV°. Le Tympan est une membrane mince, sèche, transparente, concave du côté du Conduit auditif, & convexe du côté interne de l'oreille.

Un Physicien Anglois perça des deux côtés, le Tympan à un Chien. Cet animal entendoit très-bien, malgré la perte de cette membrane dans l'une & l'autre oreille: mais le moindre bruit le faisoit souffrir. De cette expérience, il résulte que le Tympan n'est pas le principal organe, l'organe essentiel, de l'ouïe.

V°. La Caisse du Tambour est une cavité D E F R, pleine d'air. Cette cavité communique avec la bouche par un canal F f, qu'on nomme la *Trompe d'Eustache*: de sorte que l'air du Tambour, communiquant toujours avec l'air extérieur, est toujours en équilibre avec l'air qui remplit le Conduit auditif. L'air du Tambour n'a aucune communication immédiate avec l'air du conduit auditif: parce que le Tympan n'a aucune ouverture qui puisse donner cette communication.

Dans la caisse du Tambour se trouvent quatre Osselets: qu'on appelle, à cause de leur figure, l'*Os orbiculaire* 1, l'*Ecrier* 2, l'*Enclume* 3, le *Marteau* 4. Une partie de celui-ci, qu'on nomme le *Manche*, aboutit au centre du Tympan; & sert à le tendre plus ou moins en dedans: on ignore la destination des autres.

VI°. Le *Labyrinthe* est une cavité de figure irrégulière, située derrière la caisse du Tambour, dans la partie plus intérieure de l'Oreille.

Cette cavité comprend d'abord le *Vestibule G*; ensuite les trois *Conduits semi-circulaires H, I, K*; enfin l'ouverture *r* du *Limaçon r L*.

VII°. Le *Limaçon* est un cône un peu écrasé *MNX*, enveloppé d'un *Conduit abcde*, qui comme un pas de vis, fait à peu près deux spires & demie autour de ce cône. Comme ce *Conduit abcde* est le principal organe de l'ouïe: il mérite qu'on en donne une description plus détaillée. (*Fig. 85*).

Ce *Conduit abcdmn*, qui va en s'étrécissant en forme de cône, depuis la base *MN* jusqu'à la pointe *X*, est divisé par le milieu dans toute sa longueur, en deux canaux bien séparés, par une cloison membraneuse.

Les fibres de cette cloison, qu'on nomme la *Lame spirale*, partent de l'axe *VX* du *Limaçon*, & vont se rendre en dehors dans le milieu du *Conduit spiral* qu'elles divisent: comme les rayons d'un cercle se rendent du centre à la circonférence.

Lorsqu'on examine la longueur de ces fibres qui forment la *Lame spirale*: on remarque que cette longueur diminue, depuis la base jusqu'au sommet du *Limaçon MNX*. De sorte que cette membrane, prolongée jusqu'à l'axe du *Limaçon*, est comme une *Zone triangulaire*, composée d'une foule innombrable de petites cordes tendues, de diverse épaisseur & de différente longueur: comme sont celles d'un clavestin.

Ce *Conduit*, divisé en deux canaux par la *Lame spirale*, ou par la membrane dont nous parlons, a deux orifices séparés, dont l'un aboutit au vestibule du *Labyrinthe*; & l'autre, à la caisse du Tambour.

VIII°. Le *Nerf auditif rO*, est un faisceau de fibres, divisé en plusieurs branches, qui part du Cerveau où est le siège de l'Ame; & qui s'épanouit dans toutes les parties du *Labyrinthe*. (*Fig. 84*).

Il est vraisemblable que chaque fibre du *Nerf auditif*, aboutit à une fibre analogue de la *Lame spirale*: pour en prendre le frémissement, & pour le transmettre au siège de l'Ame. (*Mét. 717*).

#### APPLICATION GÉNÉRALE DE CETTE THÉORIE.

686. RÉSULTAT. Voici donc en précis, comment & par quel mécanisme physique, s'opere la *Perception des différens Sons*,

1°. Le

I°. Le Corps sonore imprime des vibrations aux molécules aériennes d'égale vibratilité : lesquelles aboutissent en colonne ou en cône , depuis le point sonore jusqu'à l'oreille. (Fig. 98).

II°. L'Oreille évasée A B C répond à une grande quantité de molécules frémissantes ; & dont le frémissement se concentre dans la masse décroissante d'air CD , qui aboutit au Tympan bien tendu.

III°. Le frémissement de l'air extérieur qui heurte contre le Tympan , communique son frémissement à l'air analogue enfermé dans la caisse du Tambour ; & cette espèce d'air qui frémit dans la caisse du Tambour EFR , fait frémir comme elle , la fibre de la *Lame spirale* , qui se trouve précisément à son unisson : sans communiquer son frémissement aux autres fibres plus longues ou plus courtes de la même *Lame spirale* , qui ne sont point à son unisson (672).

IV°. Le frémissement isolé & caractérisé de telle fibre de la *Lame spirale* Lr , se communique à quelque fibre analogue & correspondante , du Nerve auditif : laquelle aboutissant au siège de l'Ame , lui occasionne la sensation de tel Son.

V°. Quand plusieurs Sons différens se font entendre à la fois ; plusieurs espèces d'air ont leur frémissement isolé hors de l'oreille & dans l'oreille : ce qui occasionne le frémissement simultané de différentes fibres analogues de la *Lame spirale*. De-là , la perception simultanée de différens Tons.

687. REMARQUES. I°. Les Personnes âgées ont souvent l'ouïe dure & difficile. Ce vice peut venir de ce que le Tympan est , ou trop lâche , ou trop roide. Dans l'un & dans l'autre cas , il faut beaucoup de force aux vibrations de l'air , pour imprimer un frémissement sensible à cette membrane.

On a imaginé avec succès pour ces sortes de Personnes , des *Cornets acoustiques* , propres à conduire une grande quantité de Colonnes sonores dans leur oreille. Par ce moyen , toutes les colonnes aériennes qui aboutissent à la capacité la plus évasée du Corner , sont dirigées dans l'Oreille ; & le tympan affecté d'une grande quantité de colonnes frémissantes , reçoit par ce moyen , une impression plus forte & plus sensible.

II°. Il y a , dit-on , des Personnes qui entendent très-distinctement certains sons , *ut* , par exemple ; & qui n'entendent point certains autres sons *la* : quoique ces derniers soient aussi sensibles , ou même plus sensibles que les premiers. Cette bizarre singularité , si elle est bien réelle , pa-

roit avoir pour cause, le vice de certaines fibres de la *Lame spirale*.

Que dans la *Lame spirale*, la fibre qui est à l'unisson avec *ut*, soit bien constituée; & que la fibre qui est à l'unisson avec *la*, soit obstruée ou ossifiée. La première frémira, & donnera la perception du ton *ut*: la seconde ne pourra frémir, & ne donnera nullement la perception du ton *la*.

III°. La Surdité peut avoir pour cause, ou différentes obstructions qui empêchent la communication du conduit auditif avec le tympan, du tambour avec le labyrinthe, du labyrinthe avec le limaçon; ou différens vices dans la *lame spirale*, dans le nerf auditif: ces organes pouvant, ou se distendre totalement, ou s'ossifier, ou s'altérer & se détruire en mille manières. (*Fig. 84*).

IV°. On voit quelquefois les *Personnes dures d'oreille*, ouvrir la bouche pour mieux entendre. La raison en est, que les vibrations de l'air extérieur qui transmet le son, peuvent se communiquer à l'air du Tambour en deux manières & par deux voies: savoir, par le Conduit auditif CD, qui aboutit au Tympan; & par la Trompe d'Eustache Ff, par où l'air du Tambour communique avec l'air de la bouche.

Quand la bouche est ouverte: l'Impression du Son, affecte plus aisément & plus sensiblement l'air contenu dans cette trompe & dans la caisse du tambour. De-là un plus fort frémissement dans l'air du Tambour, analogue au son actuel; un plus fort frémissement dans la fibre de la *Lame spirale*, analogue à l'espece d'air qui frémit dans l'oreille: un plus fort frémissement dans la fibre du Nerf auditif, qui aboutit au siege de l'Ame, & qui lui occasionne la perception spirituelle du Son matériel par lequel sont actuellement affectés les organes du Corps auquel elle préside. Tel est en précis l'admirable mécanisme, par lequel s'opere la perception du Son.





# ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE.

## NEUVIÈME TRAITÉ.

### THÉORIE DE LA LUMIÈRE.

LA nature de la Lumière, la diversité de ses Couleurs, les Loix de sa propagation hors de l'œil, ses Phénomènes dans l'œil : tel va être l'objet de cet intéressant traité.

### PREMIÈRE SECTION.

#### NATURE DE LA LUMIÈRE.

688. DESCRIPTION I. LA Lumière est ce subtil & brillant fluide, qui frappant nos yeux, y trace l'image des objets sensibles, y peint leurs figures, leurs situations, leurs couleurs.

I°. La Lumière est une substance distinguée & de l'organe qui voit, & de l'objet qui est vu : puisque c'est le moyen de communication par lequel l'œil atteint les objets séparés de lui ; & sans lequel il n'a absolument aucune prise sur ces objets.

II°. La Lumière est une vraie matière, un vrai corps : puisqu'elle a en partage le mouvement, résultat nécessaire d'une masse par une vitesse, lequel ne peut devenir qu'à une vraie matière. Nous augmentons, nous diminuons, nous réfléchissons & nous réfractons à notre gré, ce mouvement

O o ij



de la Lumière : preuve évidente & démonstrative que la Lumière est une vraie substance matérielle , qui seule peut affecter nos sens, qui seule peut se prêter à nos expériences : *Tangere enim & tangi , nisi corpus , nulla potest res.*

On voit par là combien absurde & déraisonnable est l'opinion de quelques Philosophes à idées bisarrement paradoxales , qui ont voulu faire de la Lumière, une substance intermédiaire entre la matière & l'esprit.

689. REMARQUE. La Lumière, qui dans un beau jour semble emplir & inonder l'immensité des cieux ; qui dans une belle nuit, s'épanouit en mille & mille faisceaux, de notre œil à tous les points rayonnans du firmament ; est-elle un Fluide persévérément existant dans la Nature, & qui n'ait besoin pour briller, que d'être agité & ébranlé par le corps lumineux ? Ou bien est-elle un Fluide, qui par une émanation continuelle, jaillisse à chaque instant du sein du corps lumineux, par exemple, du Soleil & des Étoiles ? Grand sujet de dispute entre les Disciples de Descartes & de Newton, dont les systèmes opposés divisent & partagent le Monde philosophe.

I°. Selon Descartes, la Lumière est un fluide existant hors du Corps lumineux, répandu jour & nuit dans toute la Nature, emplissant les espaces immenses qui nous séparent du soleil, des planètes, des étoiles. Elle consiste dans les globules durs & incompressibles de son second élément. (163).

II°. Selon Newton, la Lumière n'est point un fluide existant hors du Corps lumineux : c'est un torrent de particules infiniment petites, que le Corps lumineux darde incessamment de son sein avec une inconcevable vitesse ; & qui se portent en ligne droite à des distances immenses, dans les Espaces vuides. Le Corps lumineux est comme un centre de sphère ; & les jets ou torrens de lumière, en font comme les rayons.

Cette Hypothèse Newtonienne, si l'on peut encore donner le nom d'hypothèse à une théorie certaine & indubitable, suppose un Vuide immense dans la Nature : Vuide dont nous démontrerons ailleurs l'existence. (792 & 793).

#### PROPOSITION.

690. La Lumière est un fluide qui émane du sein du Corps lumineux.

DÉMONSTRATION. La théorie que nous admettons sur l'origine de la Lumière, s'accorde parfaitement & avec les

loix de la Physique & avec les phénomènes de la Lumière, Car,

I°. Que l'on conçoive simplement le Soleil & les Etoiles, comme d'immenses fournaïses, embrasées d'un feu très-actif & très-violent: on verra découler de-là toute la théorie de la lumière.

Ces fournaïses ardentes darderont de leur sein, une infinité de torrens divergens d'une matière très-subtile; qu'un mouvement très-rapide emportera librement & sans obstacle, en lignes droites, à travers les espaces immenses. De-là, l'inconcevable *Vitesse de la Lumière*, & son mouvement en ligne droite & en rayons divergens.

Ces particules élançées par la fermentation ou par l'embrasement hors du corps lumineux & mues dans des espaces vuides avec une vitesse comme infinie, sont parfaitement élastiques par leur nature; & rencontrent quelquefois des substances qu'elles ne peuvent pénétrer: elles doivent donc se réfléchir sur ces substances. De-là, la *Réflexion de la Lumière*, à la rencontre d'un corps impénétrable.

Ces mêmes particules viennent-elles à rencontrer obliquement dans leur route, un corps pénétrable qui résiste plus ou moins à leur primitive direction? Elles doivent y infléchir leur mouvement, & changer de direction. De-là, la *Réfraction de la Lumière*, quand d'un Milieu, elle passe obliquement dans un autre milieu plus ou moins accessible, plus ou moins facilement pénétrable pour elle. (399 & 408).

II°. La manière dont nous excisons le Feu & la Lumière, s'accorde assez bien avec l'idée que nous venons de nous former du Soleil & des Etoiles. Une bougie allumée n'éclaire, qu'en dissipant en tout sens sa substance. Une bûche placée sur le feu, ne produit la lumière; qu'en se consumant & en se divisant en molécules d'une inconcevable ténuité, que l'action du feu dissipe en tout sens.

Donc la théorie que nous adoptons sur l'origine & sur la diffusion de la Lumière, est indubitablement le vrai système de la Nature. C. Q. F. D.

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

691. OBJECTION I. Si la *Lumière du Soleil*, par exemple, étoit une substance émanée du sein de cet astre: la substance du soleil devoit depuis long-tems être totalement dissipée & épuisée. Car quels énormes ruisseaux de matière lumineuse, ne faudroit-il pas en faire jaillir persévéramment: pour aller éclairer & remplir tous les espaces immenses qui le séparent de toute part des étoiles; & où sa lumière va indubitablement se faire par-tout sentir!

RÉPONSE. Cette objection effraie plus l'Imagination que la Raison. Nous allons tranquilliser l'une & l'autre : en faisant voir que cette émanation continuelle de matière lumineuse, ne doit point sensiblement appauvrir le Soleil, qui d'une part perd moins qu'on ne l'imagine ; & qui de l'autre, gagne à peu près autant qu'il perd.

I°. *Le Soleil peut darder de son sein la Lumière : sans perdre beaucoup de sa substance.* Car comme la Matière est divisée au-delà de tout ce que notre imagination peut concevoir ; comme elle est de plus, divisible à l'infini : il est clair qu'on peut incontestablement supposer la plus petite portion sensible de matière, par exemple, une quantité égale à un très-petit grain de sable, divisée en autant & plus de parties, qu'il y a de points sensibles dans tout l'espace immense des cieux. (20, 60, 61).

Que l'on suppose la *Matière lumineuse*, que dardé le Soleil, ainsi divisée. On concevra aisément comment une très-petite quantité de la substance solaire, peut, par une émanation continuelle, fournir & distribuer pendant un tems considérable, la lumière, à tous les points sensibles de l'espace intercepté entre le Soleil & les Etoiles.

Si un petit grain de *Musc*, peut exhaler de son sein, pendant plus de vingt ans, des torrens continuels de corpuscules odorans ; sans diminuer sensiblement en poids & en masse (33) : pourquoi l'énorme masse du soleil, un million de fois environ plus grande que celle de notre globe, ne pourra-t-elle pas être soumise à une semblable émanation ; sans qu'on y apperçoive aucune diminution sensible ?

II°. *Le Soleil doit acquérir à peu près autant de substance lumineuse, qu'il en perd.* Appellons Tourbillon ou Système solaire, l'espace intercepté entre le soleil & les étoiles, dans lequel les planetes & les cometes font leurs révolutions.

D'abord, les *Etoiles*, lumineuses comme le Soleil, dardent dans le Tourbillon solaire, à peu près autant de lumière, que le soleil en lance dans les différens tourbillons des étoiles : ce commerce, cet échange de matière lumineuse, ne doit donc point appauvrir le soleil.

Ensuite la lumière que le *Soleil* répand dans son Tourbillon ; & qui ne sort point de son tourbillon, retombe en très-grande partie vers le soleil : où l'emporte sa gravitation ou son attraction vers cet astre, quand le mouvement de projection est épuisé & détruit.

Ainsi, en supposant même assez considérable la quantité de Matière qui sort incessamment du Soleil : cette perte, sans cesse réparée, ne devrait point l'appauvrir. Comme les vapeurs & les exhalaisons qui s'échappent sans cesse du sein

de la Terre, ne diminuent point sensiblement sa masse : parce que ces vapeurs & ces exhalaisons y reviennent ou en même nature ou en substances équivalentes.

III°. On ne doit point concevoir l'embrasement du Soleil, comme celui des Corps combustibles qui se consomment sous nos yeux.

Une *Bougie qui m'éclaire*, consume & dissipe toute sa substance, dans six ou sept heures : mais la substance de cette bougie, ne se convertit pas toute entière en lumière. Une grande partie se résout en vapeur & en fumée; une autre partie considérable, en air; une autre partie encore, en charbon & en cendres. Si l'on divisoit la substance de cette bougie, en cent mille millions de parties : la portion réellement lumineuse de cette bougie, la portion réellement destinée & employée à éclairer, n'équivaudroit peut-être pas à l'une de ces cent mille millions de parties.

Mais la *Substance solaire*, du moins celle que la fermentation intestinale fait jaillir en torrens lumineux jusqu'à nous, n'a ni air, ni vapeurs, ni cendres, qui aillent se dissiper hors du sein de cet astre, & qui puissent sensiblement l'appauvrir. Si l'embrasement solaire renferme des substances crasses, semblables à celles du feu terrestre; ces substances, divisées & consumées, retombent dans le sein du Soleil par leur pesanteur : comme les laves & les cendres d'un Volcan, retombent vers le centre de la terre, non loin du volcan qui les élance & les dissipe dans les airs.

692. OBJECTION II. De la théorie que nous adoptons sur l'origine de la Lumière, découle une absurdité palpable : savoir, qu'au de-là des Etoiles les plus éloignées de nous, & hors de l'enceinte du Monde existant, qui est nécessairement fini dans l'Espace infini, il doit y avoir une *vraie Matière*, la matière de la lumière. (*Mét.* 245 & 668).

Je le démontre. Selon la théorie du Mouvement : un Corps conserve sa vitesse & sa direction, jusqu'à ce que quelque cause y vienne occasionner un changement (307) : or la Matière lumineuse, dardée dans les Vuides immenses, n'y rencontre aucune cause capable de changer ou sa vitesse ou sa direction. Donc toute cette immense portion de la matière lumineuse, qui est dardée du sein du soleil ou d'une étoile, & qui ne rencontre dans sa route aucune planète, aucune comète, aucune étoile, doit se mouvoir persévéramment selon sa direction & avec sa vitesse primitive; & s'éloigner à l'infini de sa source, dans les espaces infinis, pendant toute l'infinie durée des tems.

RÉPONSE. Il est facile d'assigner la cause qui doit empê-

cher la Lumière du soleil & des étoiles, d'aller se perdre dans les espaces infinis au delà des limites du monde. Cette cause est la *Gravitation générale de la Matière*, vers certains centres.

I°. La Lumière, ainsi que toute autre matière, a une gravitation réelle, en vertu de laquelle elle tend ou vers le centre du soleil, ou vers le centre de quelque étoile, ou vers le centre de quelque planète ou comète : selon qu'elle est plus près & plus fortement attirée par quelqu'un de ces corps.

II°. La *Lumière du soleil*, par exemple, en sortant du sein de cet astre avec une inconcevable vitesse, a toujours en elle-même, une cause destinée à retarder sans cesse de plus en plus & à détruire enfin totalement son mouvement d'impulsion, même au sein d'un Vuide parfait ; savoir, sa gravitation permanente vers le Soleil. Cette gravitation des molécules lumineuses vers le Soleil, en s'opposant sans cesse à leur mouvement d'impulsion, doit détruire à la fin dans elles, ce mouvement : ainsi que la gravitation d'une *balle de fusil*, que la poudre enflammée lance vers le zénith, détruiroit peu à peu & enfin totalement le mouvement vertical de cette balle ; quand même l'Air ne lui opposeroit aucune résistance. (376 & 808).

III°. Il résulte de-là que la Lumière du soleil ou des étoiles, élançée au-delà des barrières ou des limites du Monde, doit en vertu de sa gravitation, qui détruit peu à peu son mouvement primitif, revenir enfin sur elle-même ; & se porter vers l'Astre opaque & lumineux qui se trouvera plus à portée de sa route, & qui exercera contre elle une Attraction active plus forte & plus puissante.

On voit, par tout ce que nous venons de dire sur cet objet, combien la théorie que nous adoptons sur l'*origine de la Lumière*, sympathise avec la plus simple théorie du mouvement : avantage qui manque totalement à la fabuleuse hypothèse que nous combattons ; & qui fait de la Lumière, un fluide paisiblement répandu autour du Corps lumineux & emplissant l'immensité de la Nature.

693. OBJECTION III. Dans la théorie que nous adoptons : les jets ou torrens de lumière, que dardent de leur sein en tout sens plusieurs corps lumineux, devroient, en se croisant en mille millions de manières, se troubler & se confondre. Car soient quatre bougies, par exemple, allumées aux quatre coins d'une chambre : nous n'en considérons ici que deux. (*Fig. 111*).

Comme le Corps lumineux répand de tous côtés sa lu-

miere en ligne droite, il est clair que le rayon  $a A a$ , dardé par la bougie A, doit être arrêté & troublé dans son cours, par le rayon opposé  $b B b$ , que darde la bougie B. Si les forces de ces rayons opposés sont égales: elles se détruisent; & on ne doit voir, ni la bougie A, ni la bougie B. Si les forces de ces rayons opposés sont inégales: on ne doit voir que la bougie dont la lumière est la plus forte. Ces deux conséquences sont totalement contraires à l'expérience.

RÉPONSE. C'est un *Abus assez commun*, en genre de sciences, abus qu'il est à propos de faire bien remarquer une fois pour toutes, d'opposer à un système que l'on combat, des difficultés qui lui sont communes avec le système que l'on adopte ou que l'on est forcé d'adopter.

La difficulté dont il s'agit ici, est de ce genre: elle est inévitablement commune à tout système sur la nature & sur la propagation de la Lumière. Car il est évident que la Lumière est nécessairement, ou un fluide émané du sein du corps lumineux, ou un fluide préexistant autour du corps lumineux & mis en jeu par l'action du corps lumineux: il n'y a certainement point de milieu entre ces deux choses. Or il est clair que la difficulté objectée a également lieu: soit que les rayons  $a A a$ ,  $b B b$ , AR, BR, brillent par pression; soit qu'ils brillent par émanation.

I°. Ceux qui soutiennent que la Lumière est produite *par pression*, répondent que la bougie allumée A & la bougie allumée B exercent leur action impulsive sur différentes suites de globules alignés: qui, à raison de leur infinie petitesse, se meuvent ou tendent à se mouvoir séparément les uns à côté des autres, sans troubler leur action respective. Cette réponse peut-elle se concilier avec la supposition du Plein, & avec l'idée du fluide qui forme ce Plein plus ou moins parfait?

II°. Ceux qui prétendent & qui démontrent que la Lumière est produite *par émanation*, répondent que les molécules dardées par la bougie A & par la bougie B, étant d'une infinie petitesse, trouvent aisément dans les vuides de l'espace où elles sont élançées, des *Sentiers libres*, dans lesquels leur marche n'est point interrompue: que si quelques molécules se rencontrent par hasard dans leur course opposée, elles se réfléchissent selon les loix des corps élastiques, sans aller faire dans l'œil où elles aboutiront après leur choc, une impression assez sensible pour y peindre la flamme de la bougie: parce qu'elles n'y arrivent pas & en quantité suffisante & dans un ordre convenable pour produire cet effet.

Si mille bougies brilloient à la fois dans une vaste salle ; un seul & même œil pourroit les voir toutes à la fois : parce que les jets lumineux que chacune darde de son sein, trouvent dans les vuides de l'espace D ou R où ils se croisent, des sentiers libres où ils peuvent tous passer en quantité suffisante pour aller affecter sensiblement le même œil, & y tracer l'image du corps qui les produit & les darde.

De même, la *Lumière réfléchie* ne trouble point le mouvement de la Lumière directe : parce que l'une & l'autre trouve dans les vuides de l'espace où elle se meut, des sentiers à part, où ses molécules, d'une inconcevable ténuité, ont un libre passage. Quelque vive que soit la lumière dans un espace R : la somme de toutes ses molécules, réunie en une seule & même masse, n'occuperoit pas sans doute la cent mille millionième partie de l'espace où elle se meut. Est-il donc surprenant que ces molécules se croisent & se meuvent dans cet espace, sans troubler sensiblement leur cours ?

III°. Cette difficulté, loin d'abattre la théorie que nous donnons sur l'origine & la propagation de la Lumière, se convertit en preuve qui la cimente & la consolide : parce que, résolue d'une manière satisfaisante dans l'hypothèse du Vuide, elle achève de renverser la seule hypothèse qu'on pourroit être tenté de lui substituer.

Je conçois plus facilement la Lumière ; dans l'hypothèse de Descartes, que dans celle de Newton ; disoit Ariste. Et moi je la conçois plus facilement dans l'hypothèse de Newton, que dans celle de Descartes ; répondit Clitandre. C'est donc à nous d'examiner laquelle de nos deux manières de concevoir la Lumière, est conforme à la Nature : qui ne fait pas toujours les choses, comme nous les concevons le plus facilement. Or toute la théorie de la Lumière ; toute la théorie du Mouvement, toute la théorie de l'Astronomie physique, est en opposition avec l'hypothèse de Descartes : donc cette hypothèse n'a rien de commun avec la nature de la Lumière.

---

## S E C O N D E   S E C T I O N .

### D I V E R S I T É   D E S   C O U L E U R S .

694. OBSERVATION. **I**L faut bien distinguer la sensation des Couleurs, de la cause qui produit ou qui occasionne cette sensation.

I°. La *Sensation des couleurs*, considérée dans l'ame, est une modification de l'ame même : modification spirituelle, dont la nature ne ressemble en rien au spectre coloré qu'elle a pour terme & pour objet hors de l'ame.

II°. Cette *Sensation mentale des couleurs* est produite ou occasionnée par deux causes, dont l'une est *intrinsèque à l'homme*, savoir, l'impression faite dans l'œil, dans la rétine; & dont l'autre est *extrinsèque à l'homme*, savoir, la matiere ou la disposition de la matiere qui produit ou qui occasionne cette impression dans l'organe de la vue.

Il ne s'agit ici que de la *Cause extrinsèque des couleurs*, ou de la matiere qui nous en procure la sensation.

695. OBSERVATION II. Tous les Physiciens conviennent que la cause extrinsèque qui nous fait sentir les couleurs, n'est autre chose que la matiere même de la Lumiere. Mais ils different dans l'explication qu'ils donnent, de la nature & de l'action de la Lumiere sur l'œil.

I°. Selon Descartes, la Lumiere est toute homogene, toute semblable dans les molécules qui la composent, & qui ne different ni en nature, ni en masse, ni en figure. Mais ce *Fluide homogene* peut recevoir des vibrations différentes, de la part du corps lumineux, ou du corps qui l'agit & qui l'ébranle. (*Fig. 74*).

Une certaine *espece de vibration*, excitée dans le fluide lumineux, produit dans l'œil une impression qui fait naître dans l'ame la sensation d'une couleur; du verd, par exemple. Une autre *espece de vibration*, plus forte ou plus foible ou en un sens différent, occasionne à l'œil une autre impression; & à l'ame une autre sensation, par exemple, la sensation du violet ou du rouge. Une troisième *espece de vibration* dans le fluide lumineux, différente des deux précédentes, donnera à l'œil & à l'ame la sensation d'une couleur différente des deux précédentes; & ainsi de suite.

II°. Selon Newton, la Lumiere est un *Fluide hétérogene*, composé de sept especes de molécules, qui different entre elles, ou en masse, ou en figure, ou peut-être en l'une & en l'autre, plus vraisemblablement, uniquement en masse. (*Fig. 104 & 107*). Parmi ces sept especes de molécules, qui forment le corps de la Lumiere, il y en a une AB, qui n'occasionne jamais que la sensation du rouge; une autre CD, qui n'excite jamais que la sensation du jaune; une autre EF, qui ne produit jamais que la sensation du bleu; une autre GH, qui ne donne jamais que la sensation du violet; & ainsi du reste.

Par exemple, la *Rose* & la *Violette*, selon Descartes,



produisent dans l'œil deux impressions fort différentes; quoiqu'elles réfléchissent précisément la même matière ou la même espèce de matière, dans l'œil: parce que la Lumière, toute homogène, toute composée de globules de même nature, de même volume, de même figure, reçoit, en se réfléchissant sur la rose, un genre de mouvement & de vibration, fort différent de celui qu'elle prend en se réfléchissant sur la violette.

La Rose & la Violette, selon Newton, produisent dans l'œil deux impressions fort différentes: parce qu'elles réfléchissent dans l'œil deux différentes espèces de matière lumineuse. Par exemple, la Rose absorbe ou dissipe toutes les espèces de molécules lumineuses, à l'exception des molécules AB destinées à donner la sensation du rouge: elle réfléchit ces dernières seules dans l'œil; & l'œil reçoit la sensation du rouge. La Violette absorbe ou dissipe toutes les espèces de molécules lumineuses, à l'exception des molécules GH destinées à occasionner la sensation du violet: elle réfléchit ces dernières seules dans l'œil; & l'œil reçoit la sensation du violet. (Fig. 107).

III°. Il est clair qu'on auroit pu disputer à l'infini pour & contre ces deux Opinions, sans rien décider: si l'expérience ne fût venue au secours des raisonnemens.

Le grand Newton entreprit d'analyser & de décomposer la Lumière, comme la Chymie décompose les corps grossiers; & le résultat de ses belles expériences semble avoir converti son opinion, en Vérité démontrée. Voici en précis, la manière & le fond de ses expériences & de ses découvertes en ce genre.

#### DÉCOMPOSITION DE LA LUMIÈRE.

696. EXPÉRIENCE. Soit une chambre exposée au Soleil, dont les volets bien fermés ne donnent passage à la Lumière, que par un petit tuyau d'environ un pouce de diamètre. Qu'au rayon solaire ACH, on présente l'angle d'un grand Prisme de verre BC: on aura les effets suivans. (Fig. 104).

I°. Le Rayon solaire AH, au lieu de suivre sa route primitive ACH, se coudera en C; ira se peindre, en s'écartant, sur un carton blanc MN; y présentera sept couleurs différentes, séparées & divisées en tout autant de petits cercles isolés. Ces sept couleurs seront rangées dans l'ordre suivent, en passant des rayons les moins coudés, aux rayons les plus coudés: rouge, orangé, jaune, verd, bleu, indigo ou pourpre, violet.

II°. Si on perce le Carton MN dans le milieu d'un petit cercle coloré, par exemple, dans le cercle rouge *r*; & que

On reçoive le Rayon rouge seul & isolé sur un autre Prisme de verre D E : ce Rayon se coudera de nouveau , & ira se peindre , en s'écartant , sur un nouveau carton F : mais on ne verra sur ce carton F , qu'une unique couleur , la couleur rouge.

III°. Si on perce le Carton M N dans un autre cercle coloré , par exemple , dans le cercle violet v : le Rayon violet , réfracté & divisé en P par un prisme ou par vingt prismes successifs , ne donnera jamais qu'une couleur violette en G. De même le cercle vert , par quelque nombre de Prismes qu'on le fasse passer , ne donne jamais que la couleur verte : & ainsi des autres cercles colorés.

IV°. Quoique le Carton M N soit par-tout d'une couleur uniforme , d'une couleur blanche : le point de ce carton où tombent les rayons rouges , est peint en rouge : le point où tombent les rayons violets , est peint en violet ; & ainsi du reste.

Si à ce Carton blanc , on substitue un carton peint en jaune ou en rouge : le point de ce carton où tomberont les rayons verts , paroitra vert ; le point où tomberont les rayons violets , paroitra violet.

V°. Si avec une grande Loupe , on recueille & on réunit tous les Rayons qui sont divisés en petits cercles colorés sur le carton M N : ces rayons diversement colorés prennent , en se réunissant , une couleur commune , qui est le blanc.

Réfractés de nouveau par un Prisme , après leur réunion ces rayons se divisent , comme auparavant , en diverses couleurs : ce qui n'arrive point à une espece isolée de rayons colorés , par exemple , à l'espece rouge ; qui réunie par une loupe , & réfractée successivement par tant de prismes qu'on voudra , ne donne jamais qu'une couleur rouge en F : quelle que soit sa densité , & quel que soit l'objet F sur lequel elle tombe.

De cette Expérience , découlent différens Corollaires contre Descartes , contre Malebranche , contre tous ceux qui font consister la Lumiere , dans une matiere homogene ; & les Couleurs , dans différentes vibrations de cette matiere homogene , élastique ou non-élastique. Nous allons développer quelques-uns de ces corollaires.

#### LES COULEURS DANS LES RAYONS.

697. COROLLAIRE I. La matiere de la Lumiere est hétérogene : puisque les molécules de cette matiere , en passant à travers un même prisme de verre C B , souffrent les unes plus & les autres moins de réfraction : ce qui ne devoit

point avoir lieu ; si toutes les molécules lumineuses qui composent le rayon AC, étoient de même masse & de même figure. (Fig. 104).

I°. Les *Rayons rouges* sont toujours les moins coudés, les moins réfractés, les moins éloignés de la direction primitive & commune ACH : ce qui doit venir de ce que ces rayons ayant plus de masse, & par-là même plus de force motrice ; ils résistent plus fortement & plus efficacement à la cause réfractante CB.

II°. Les *Rayons violets* sont toujours les plus coudés & les plus réfractés : sans doute, parce qu'étant d'une masse plus petite, ils ont moins de force motrice que les autres ; & cedent plus facilement & plus amplement à la cause réfractante CB.

III°. Par la même raison, les autres especes de *Rayons* se coudent & se réfractent d'autant plus, qu'elles ont moins de force motrice à opposer à la cause réfractante CB.

Ainsi la masse de ces molécules lumineuses doit décroître successivement depuis l'espece rouge, jusqu'à l'espece violette, dans l'ordre que nous avons observé dans l'expérience précédente. Les rayons rouges doivent être les plus massifs : viennent ensuite, toujours en décroissant, les orangés, les jaunes, les verts, les bleus, les pourpres, les violets.

IV°. Le moindre rayon ou filet de Lumière, eût-il moins de volume que le cheveu le plus fin, se décompose en sept couleurs différentes : comme le rayon plus volumineux de l'expérience précédente.

D'où il s'ensuit que tout *Rayon sensible de lumière émanée du Soleil*, renferme toujours sept especes de molécules : qui, quoiqu'unies & mêlées, different entre elles en masse.

698. COROLLAIRE II. La différence des Couleurs, a pour cause la différence des rayons, & non la différence de leurs vibrations : puisqu'une espece isolée de rayons, par exemple, l'espece rouge, recueillie & condensée par une loupe, réfractée & divisée par un prisme ou par un nombre quelconque de prismes, ne donne jamais sur un carton blanc ou vert ou jaune, que la couleur rouge.

Pourquoi ces *Rayons rouges*, réunis par une loupe, réfractés par différents prismes, réfléchis par différents objets, ne prendroient-ils pas différentes vibrations : comme en passant par le prisme BC ? Pourquoi, en prenant différentes vibrations, ne s'épanouiroient-ils pas en différentes couleurs, semblables à celles du carton MN : si la différence des couleurs, avoit pour cause le différent mouvement ou la différente vibration des rayons, & non la différence de leur nature ? (Fig. 104).

Un Observateur moderne crut avoir trouvé en défaut le grand Newton : parce qu'il crut avoir décomposé le Rayon rouge  $rF$ , en différentes couleurs. Il se trompa lui-même ; & son erreur vint de ce qu'il avoit pris le Rayon rouge mal épuré, mal analysé, & encore mêlé avec d'autres couleurs. Cette expérience demande les meilleurs prismes, & exige les plus délicates précautions : mais elle est sûre ; & l'Abbé Noller l'a faite à Paris, comme Newton l'avoit faite à Londres.

699. COROLLAIRE III. *Il n'y a que sept especes de Couleurs primitives, dans la Nature* : puisque la différence des couleurs consiste dans la différence des rayons ; & qu'il n'y a que sept especes de Rayons différens.

700. COROLLAIRE IV. *Les Couleurs primitives sont inaltérables* : puisque réfléchies ou réfractées par quelque espece de corps que ce soit, elles ne changent pas.

Par exemple, soit une espece primitive de Couleurs, le Rayon rouge, pur & isolé. Ce rayon rouge, reçu sur un carton ou sur un drap blanc ou noir, vert ou jaune, s'y peint toujours en rouge. Ce même rayon rouge, en passant à travers un verre coloré, jaune ou vert, bleu ou violet, en sort toujours rouge.

La même chose arrive à chaque espece primitive de Couleurs : chacune conserve sa couleur propre, quel que soit le corps qui la réfléchit ou la réfracte.

701. COROLLAIRE V. *La différence de Couleur dans les Objets sensibles, vient de la différence des Rayons qu'ils réfléchissent dans nos yeux* : puisque les couleurs consistent dans les rayons, lesquels ne peuvent faire telle impression dans notre œil & y peindre l'objet réfléchissant, qu'autant qu'ils y sont répercutés par les objets sensibles. Par exemple,

I°. *L'Ecarlate excite dans notre œil, la sensation du rouge* : parce que cette étoffe absorbe & retient toutes les especes de rayons, à l'exception de l'espece rouge qu'elle réfléchit dans notre œil.

Le Safran se peint à notre œil sous une couleur jaune : parce que cette matiere absorbe & retient toutes les especes de rayons, à l'exception de l'espece jaune, qu'elle renvoie & réfléchit dans notre œil ; & ainsi des autres couleurs primitives. (Fig. 104).

II°. Le Blanc est l'assemblage & le mélange de toutes les couleurs uniformément réfléchies. Le Lys nous paroît blanc : parce que cette fleur réfléchit & renvoie dans notre œil, une égale quantité de toutes les sept especes de rayons.

Ainsi le blanc est une couleur composée, & la plus composée de toutes les couleurs.

III°. Le *Noir* est l'absence ou la privation de toutes les couleurs. Un appartement, où brillent avec éclat pendant le jour, toutes les especes de couleurs, me paroît noir pendant une nuit obscure: parce que les meubles qui l'enrichissent, ne réfléchissent plus pendant la nuit, aucune espece de rayons qui puisse affecter mes yeux. Un habit me paroît noir pendant le jour: parce que cette espece d'étoffe absorbe uniformément une très-grande quantité de toutes les especes primitives de rayons; & qu'elle ne réfléchit dans mon œil, qu'une fort petite mais à peu près égale quantité de toutes les especes de rayons: ce qui fait que ma rétine ne reçoit qu'une fort foible impression, occasionnée par le mélange de toutes les especes de rayons; & à laquelle est attachée la sensation du noir.

Le Noir est l'opposé du Blanc: parce que, comme un objet blanc réfléchit uniformément en très-grande quantité toutes les especes de rayons; un objet noir absorbe uniformément toutes les especes de rayons qu'il reçoit, ou n'en réfléchit uniformément qu'une fort petite quantité de chaque espece.

IV°. Le Mélange & l'assortiment de deux Couleurs primitives, en produit une troisième, qui participe des deux couleurs auxquelles elle doit son origine.

Par exemple, si ayant réuni par le moyen d'une Loupe ou d'une Lentille, le rayon rouge *r* & le rayon violet *v*, déjà analysés & bien épurés, on les fait tomber sur un même Point plus ou moins étendu d'un Carton blanc: ce point du carton sera peint d'une couleur qui ne sera ni rouge ni violette, mais qui tiendra du violet & du rouge.

#### RAYONS EFFICACES ET RAYONS INEFFICACES.

702. OBSERVATION. On peut, avec quelques modernes Physiciens, distinguer dans la Lumière réfléchie par les Objets sensibles, des rayons efficaces, & des rayons inefficaces.

I°. Les *Rayons efficaces* sont ceux qui font, sur chaque point de l'œil, l'*Impression dominante*: c'est-à-dire, l'impression qui plus sensible annule en quelque sorte toutes les impressions plus foibles par lesquelles est aussi affecté le même point de l'organe de la vue.

II°. Les *Rayons inefficaces* sont ceux qui font sur l'œil une impression réelle, mais très-foible; & qui devient comme nulle par l'impression plus forte & plus sensible que produit l'espece dominante & plus abondante de rayons, sur un point de l'organe de la vue.

Par

Par exemple, l'*Ecarlate* me paroît simplement de couleur rouge; quoique cette étoffe réfléchiſſe dans mon œil, avec les rayons rouges, une assez grande quantité de rayons verts, de rayons jaunes, de rayons violets. parce que les Rayons rouges, dont la somme est incomparablement plus grande & plus active, font sur mon œil une impression plus marquée, une impression qui domine sur l'impression des autres especes de rayons, & qui absorbe l'attention de mon ame.

III°. Cette théorie des *Sensations efficaces & dominantes*, est très-conforme à l'expérience. Car on sait qu'un grand bruit empêche & annulle la sensation que produit sur l'Oreille un son foible, qui se feroit entendre très-nettement dans le silence: qu'un coup de bayonnette, que reçoit un Militaire dans la mêlée, l'empêche de faire attention à une légère blessure qu'il reçoit en même tems dans quelque autre partie de son corps.

Une *grande commotion dans l'Ame*, absorbe l'attention qu'elle donneroit, dans un état tranquille & paisible, à des objets moins sensibles.

#### PROPOSITION.

703. *La diversité des Couleurs a pour cause la diversité des Rayons, que darde de son sein le Corps lumineux, & que réfléchissent mêlâgés ou divisés, les Objets sensibles.*

DÉMONSTRATION. Cette proposition n'est, comme on voit, qu'une suite & une dépendance de ce que nous venons d'observer & de démontrer, sur la nature des Rayons & des Couleurs.

Il consiste, par la décomposition de la Lumière, que se molécules sont hétérogenes: qu'une même espece de rayons, par exemple, l'*espece rouge*, plus ou moins condensée, plus ou moins divisée & éparpillée, animée d'un mouvement quelconque, n'excite jamais qu'une même sensation dans l'œil & dans l'ame, la sensation du rouge: que quelque espece de mouvement ou de vibration qu'on s'efforce de donner à l'espece coloré de rayons, soit en la réfractant dans différens prismes colorés ou non colorés, soit en la réfléchissant par le moyen de différens corps, elle ne cesse point de donner persévérâment & uniquement la même espece de couleur, la couleur rouge.

On peut, d'après l'expérience, dire la même chose de chacune des sept especes différentes de Rayons: qui réfractée & réfléchié de quelque maniere que ce soit, ne donne jamais que sa couleur primitive, que sa couleur propre. (696).

Donc il est certain & démontré que les Rayons sortent colorés du sein du Corps lumineux ; & que la différence des Couleurs que nous observons dans les Objets sensibles , a pour cause la diversité des rayons que répand le corps lumineux , & que réfléchissent les objets sensibles. C. Q. F. D.

704. COROLLAIRE. La théorie de Newton sur les Couleurs , est donc la seule admissible : puisque seule elle est fondée sur l'expérience & conforme aux phénomènes.

705. REMARQUE. En plaçant les Couleurs , dans les Rayons lumineux ; nous ne prétendons point attribuer à ces rayons colorés , quelque qualité occulte , quelque chose sensible , qui diffère de la matière & du mouvement ; & qui ressemble de près ou de loin aux images colorées dont notre âme est affectée à la présence des objets.

I°. Ces Couleurs , dans les rayons lumineux , ne sont autre chose que la propriété qu'ils ont , par leur masse & par leur vitesse , d'occasionner dans les fibres de notre œil , certaines impressions ou sensations organiques , qui deviennent la cause occasionnelle des images ou des sensations qu'éprouve notre âme à la présence des objets colorés , & que nous nommons images ou sensations des couleurs.

II°. Les Rayons rouges ayant autant de vitesse & plus de masse que les rayons orangés : il est clair que les premiers doivent produire dans l'œil une impression organique , différente de celle qu'y produiroient les derniers. Faut-il autre chose , pour occasionner à l'âme , des sensations intérieures totalement différentes ?

L'impulsion plus forte , faite dans l'œil par les rayons les plus massifs , occasionnera à l'âme la sensation intérieure ou mentale du rouge. Ensuite , l'impulsion un peu plus faible , faite dans l'œil par des rayons d'une masse un peu moindre , par les rayons orangés , occasionnera à l'âme la sensation de l'orangé. A une impulsion plus faible encore , faite par les rayons dont la masse est la plus petite de toutes , sera attachée la sensation du violet. Si ces trois différentes impulsions & impressions sont faites à la fois sur trois points séparés de la rétine , l'âme aura à la fois les trois sensations dont nous venons de parler.

III°. La Sensation des différentes Couleurs , dont notre âme est affectée , ne suppose donc point dans les rayons ou dans les objets qui les envoient dans notre œil , l'existence de quelque chose de semblable aux images colorées qu'ils font naître dans notre âme. (190 & 694).

## OBJECTIONS A RÉFUTER.

706. OBJECTION I. Si les *Rayons du Soleil*, sont hétérogènes; s'ils différent en masse & en réfrangibilité: comment ne se décomposent-ils pas en leurs sept Couleurs primitives, en passant dans notre Atmosphere, où il est démontré qu'ils se réfractent réellement?

RÉPONSE. Cette objection est commune à tout système sur les Couleurs; & dans tout système on la résout facilement, en disant, d'après l'expérience, que toute réfraction n'est point suffisante pour décomposer la Lumiere, & pour la diviser en ses différentes especes de couleurs.

Pour opérer cet effet, pour analyser & séparer sensiblement les couleurs d'un rayon de Lumiere: il faut que ce rayon essuie une très-forte Réfraction, une réfraction capable d'écarter notablement les unes des autres les différentes especes de rayons: il faut que chaque especes de rayons puisse, après la réfraction, se porter séparément sur des points bien séparés, qui la réfléchissent nettement & sans mélange dans l'œil. Telle est la réfraction que produit un Prisme de verre; que produisent les globules d'eau, dans une Nuée où l'on contemple l'Arc en-ciel.

Mais, quoique la Lumiere se réfracte dans un carreau de vitre, dans un bassin d'eau tranquille, dans la masse d'air qui enveloppe la terre; elle ne s'y réfracte pas suffisamment pour se décomposer sensiblement en ses différentes couleurs: parce que ses rayons, trop peu écartés les uns des autres dans une réfraction assez foible, vont se placer sensiblement sur les mêmes points des Objets, & en rejaillissent mêlés & confondus sensiblement, à peu près comme avant la réfraction.

707. OBJECTION II. Dans la théorie que nous adoptons sur la Lumiere & sur les Couleurs: une Prairie nous paroît verdoyante; parce qu'elle réfléchit les rayons verts, & qu'elle absorbe les autres. Mais regardons cette même prairie, à travers un verre rouge: elle nous paroît toute rouge. Considérons ensuite la même prairie, à travers un verre jaune ou violet: elle nous paroît jaune ou violette. Cette expérience, connue de tout le monde, ne sembler-elle pas renverser de fond en comble, toute la théorie de Newton, que nous adoptons?

RÉPONSE. Cette expérience, qui paroît d'abord si décisive & si triomphante en faveur du système Cartésien, se concilie facilement avec la théorie de Newton: théorie constatée & démontrée par les plus certaines expériences. La



Nature n'est point en contradiction avec elle-même. Quand deux expériences paroissent opposées sur un même objet : il est clair que l'une des deux est mal envisagée ; & qu'il faut les soumettre l'une & l'autre à un nouvel examen, pour découvrir de quel côté est l'erreur.

I°. Il conste indubitablement par des expériences authentiques & infaillibles, par tout répétées & par-tout vérifiées, qu'après la réfraction qui décompose un rayon de lumière en sept especes différentes, une espece isolée de ces rayons, par exemple l'*espece verte*, ne donne jamais que la couleur verte : quelle que soit la couleur du corps qui la réfracte ou qui la réfléchit.

Donc les Rayons que réfléchit dans l'œil une prairie ou un bosquet, ne sont pas simplement l'espece verte, pure & sans mélange d'autres rayons rouges, violets, jaunes, & ainsi du reste.

II°. Une prairie & un bosquet, vus sans aucun verre coloré, nous paroissent verdoyans : parce que la prairie & le bosquet réfléchissent dans notre œil, une beaucoup plus grande quantité de rayons verts, que de rayons de toute autre espece ; quoiqu'ils réfléchissent aussi dans notre œil, une assez grande quantité de rayons de toute autre espece, rouges, jaunes, violets, pourpres.

L'espece verte de rayons fait donc dans notre œil l'*Impression dominante* ; & cette impression dominante y fait naître une sensation relative à l'espece de rayons qui l'excite : tandis que l'impression faite dans l'œil par les especes plus foibles de rayons, demeure comme annullée & comme non avenue. (702).

III°. Quand on regarde ensuite cette même prairie & ce même bosquet à travers un *Verre coloré*, à travers un verre teint intérieurement en rouge, par exemple ; la prairie & le bosquet cessent de paroître verdoyans : parce que les rayons verts qu'ils réfléchissent toujours en très-grande quantité, sont absorbés ou dissipés par le verre rouge ; qui placé sur l'œil, les empêche d'y pénétrer & d'y faire impression.

Cette prairie & ce bosquet paroissent de couleur rouge : parce que la petite portion de rayons rouges, qui est réfléchie pêle-mêle avec la foule des rayons verts & avec une petite quantité de toutes les autres especes de rayons, trouve seule un passage libre à travers les pores du verre rouge ; & pénètre seule dans l'œil, où elle fait l'*Impression dominante*, & où elle produit une sensation relative à l'espece de rayons qui l'occasionne.

IV°. La solution de la difficulté présente, consiste donc

simplement à distinguer les *Couleurs pures & homogènes des Rayons*, d'avec les couleurs hétérogènes & mêlées que réfléchissent les Objets.

Il n'y a point d'objet dans la Nature, qui réfléchisse une seule & unique espèce de rayons : l'espèce notablement prédominante de rayons réfléchis par un objet, par exemple, par l'écarlate, détermine la sensation de l'œil, & la couleur que l'ame attribue à cet objet.

Mais cet objet réfléchit aussi avec l'espèce dominante de rayons, par exemple, avec l'espèce rouge, des rayons de chacune des autres espèces. Et quand un *Verre coloré*, placé devant l'œil, ne donne passage qu'à l'espèce de rayons analogues à sa couleur : l'œil n'aperçoit & ne doit apercevoir cet objet, que sous la couleur propre aux rayons qui l'affectent ; que sous la couleur violette, si le verre est violet.

708. OBJECTION III. A qui persuadera-t-on jamais, que l'herbe d'une prairie absorbe les différentes espèces de rayons, à l'exception de l'espèce verte qu'elle répercute : qu'un morceau d'écarlate absorbe les différentes espèces de rayons, à l'exception de l'espèce rouge qu'elle réfléchit en partie & transmet en partie : qu'un œil affecté de la Jaunisse, absorbe ou dissipe toutes les espèces de rayons qui l'atteignent, à l'exception de l'espèce jaune à laquelle il donne un libre passage vers sa rétine ? Comment & par quel Mécanisme physique, l'herbe d'une prairie, par exemple, irait-elle démêler & choisir, parmi les *sept espèces mêlées de rayons*, que darde sur elle le soleil, l'espèce verte pour la réfléchir ; les six autres, pour les engloûtir & les absorber ? Quelle insoutenable rêverie, que cette théorie de Newton sur la Lumière & sur les Couleurs ?

RÉPONSE. On persuadera la *Possibilité* de ces phénomènes, à toute personne qui a les plus simples connoissances sur la Physique & sur la Chymie, sur la diverse texture des Corps, sur l'inégalité & la dissemblance de leurs Pores, sur les différentes Affinités simples ou compliquées qu'ils peuvent avoir avec telle & telle espèce de rayons. On persuadera la *Réalité* de ces mêmes phénomènes, à quiconque aura réfléchi avec quelque attention sur les fameuses expériences de la décomposition de la Lumière ; qui nous apprennent qu'une espèce homogène de rayons donne à tous les objets qu'elle atteint, une même couleur, sa couleur propre. (696).

Ces phénomènes ne doivent pas plus étonner & révolter un Physicien, que mille & mille autres que tout le monde

connoit, & que personne ne révoque en doute. Le Méchanisme physique que l'on attaque ici, est très-vraisemblablement un mécanisme dépendant en partie de la *diverse Contexture* des corps; en partie, de la *diverse Affinité*, simple ou compliquée, de ces corps avec telles & telles especes de rayons.

I°. Pourquoi l'Eau de riviere absorbe-t-elle un morceau de sel très-dur & très-pesant: tandis qu'elle épargne un morceau de cire très-légere & très-molle? Pourquoi l'Eau-forte absorbe-t-elle une piece de cuivre ou d'argent: tandis qu'elle ne donne aucune atteinte à une piece d'or, à un morceau de verre? Pourquoi voit-on telle espece d'étoffe attirer la rosée, s'en imbiber & s'en charger: tandis que telle autre semble la rejeter, & ne s'en imbibe pas? Et ainsi de mille autres phénomènes physiques & chymiques.

Il est clair que tous ces phénomènes sont, du moins en grande partie, une dépendance des *Affinités naturelles*, des *Attractions spéciales*: qui existent entre telles & telles substances, & qui n'existent pas de même entre d'autres substances. (93, 136, 137).

II°. Ne peut-on pas supposer avec toute la vraisemblance possible, qu'un semblable Méchanisme physique donne lieu, du moins en partie, aux phénomènes des Couleurs dans les Corps? Une différence de contexture, une différence de pores, une différence d'affinité, ne peut-elle pas faire évidemment qu'un Pré réfléchisse l'espece verte de rayons, & qu'un morceau d'Ecarlate l'absorbe? Selon cette théorie évidemment possible, très-vraisemblablement réelle:

L'Herbe des prairies absorbe en très-grande partie toutes les especes de rayons, à l'exception de l'espece verte: soit parce qu'elle a une grande affinité avec les premières, & qu'elle manque d'affinité avec la dernière; soit parce que la contexture de ses parties & la configuration de ses pores exige que la chose soit ainsi. (198).

Un morceau d'Ecarlate, par le moyen des substances dont cette étoffe s'est imprégnée dans la teinture, a acquis, outre une nouvelle contexture, une affinité marquée avec toutes les especes de rayons qu'elle absorbe; à l'exception de l'espece rouge, qu'elle n'attaque point & qu'elle laisse à son activité naturelle.

L'herbe & l'écarlate n'absorbent pas cependant tous les rayons dont l'espece a une affinité plus marquée avec elles: parce que *tous les Points* de l'herbe & de l'écarlate, sur lesquels tombe la Lumiere, n'ayant pas une nature parfaitement semblable, n'ont pas non plus une même affinité avec les especes de rayons à absorber; & que d'ailleurs tous ces

points de l'herbe & de l'écarlate n'ont pas des pores également propres à engloûtir les mêmes rayons. D'où il doit arriver qu'une partie des rayons qui ont une affinité plus marquée avec l'herbe ou avec l'écarlate, échappe à l'action attractive de l'affinité, & se réfléchit par son élasticité naturelle.

709. REMARQUE I. Un Verre sans couleur, donne indifféremment passage à toutes les especes de rayons : parce que ses pores sont également accessibles & perméables à toutes les especes de rayons.

Un Verre teint intérieurement en rouge, par le moyen de telles substances intimement unies à ses molécules vitrifiées, prend des pores plus convenables & plus facilement perméables aux rayons rouges ; acquiert une affinité marquée avec toutes les especes de rayons, à l'exception de l'espece rouge. En vertu de cette Affinité, il attire & tend à absorber tous les rayons, excepté les rouges qu'il n'attire pas de même.

710. REMARQUE II. Une Personne attaquée de la Jaunisse, voit jaunes tous les Objets : soit parce que l'humeur qui inonde ses yeux, & qui en altere la constitution, ne donne accès qu'à cette espece de rayons ; soit parce que cette humeur, par son Affinité simple ou compliquée, absorbe & engloûtit toutes les especes de rayons que dardent ou répercutent les Objets, à l'exception des rayons jaunes, avec lesquels elle manque d'affinité ; & qui pénétrant seuls ou en beaucoup plus grand nombre jusqu'à la rétine, y font l'impression sensible & dominante.

Cette maladie fait dans celui qui en est atteint, la fonction d'un Verre teint en jaune & persévérément placé sur ses yeux.

711. OBJECTION IV. L'explication & la réponse qu'on vient de donner aux deux objections précédentes, semble renfermer des principes contradictoires. Car soit un Verre coloré, par exemple, un Verre rouge. Si on demande pourquoi ce verre paroît rouge : la raison qu'on en donnera, c'est que ce verre réfléchit les rayons rouges, & absorbe toutes les autres especes de rayons. Si on demande ensuite pourquoi ce même verre étant placé sur l'œil ; on voit rouges tous les objets : on répond que ce verre donne passage aux seuls rayons rouges, & absorbe toutes les autres especes de rayons. Répercuter les seuls rayons rouges, donner passage aux seuls rayons rouges, n'est-ce pas une contradiction palpable ?

RÉPONSE. Répercuter tous les rayons rouges, donner passage à quelques rayons rouges : ce seroit dans un même objet, une contradiction manifeste. Mais répercuter une portion de rayons rouges, & donner passage à une autre portion de rayons rouges : c'est dans un même Objet, une chose évidemment très-possible.

Un Verre teint intérieurement & extérieurement en rouge, absorbe ou dissipe, sans que nous sachions bien pourquoi & comment, toutes les especes de rayons, à l'exception des *Rayons rouges*. Quant à ces derniers, il en réfléchit une portion, par ses parties solides : il en admet une autre portion dans ses pores, où ils passent en liberté. La portion réfléchie par ce verre, portée dans un œil qui regarde ce verre, le fait voir sous une couleur rouge. La portion qui passe à travers ce verre, portée dans un œil placé derrière ce verre, trace dans cet œil, l'objet qui l'a réfléchi, & le verre qui lui a donné passage, sous une couleur rouge.

712. REMARQUE. Un *Verre rouge*, que l'on regarde à travers un Verre vert, paroît de couleur verte : parce que, comme nous l'avons dit dans la réponse à la seconde objection, les objets paroissent à la simple vue, sous la couleur de l'espece prédominante de rayons qu'ils réfléchissent ; & que cette espece prédominante de rayons réfléchis par un objet quelconque, est toujours mêlée d'une foule de rayons de toute autre espece.

Le Verre en question *paroît rouge*, à la simple vue : parce que la plus grande quantité des rayons qu'il réfléchit, est de l'espece rouge. Le même Verre, vu à travers un verre vert ; *paroît de couleur verte*, parce que les rayons rouges, qu'il réfléchit plus abondamment, sont absorbés par le verre vert, lequel ne laisse entrer dans l'œil que les rayons verts qui se trouvent mêlés & confondus en petite quantité, parmi les rayons rouges & parmi les autres especes de rayons que réfléchit le verre rouge.

713. OBJECTION V. La théorie que nous adoptons sur la Lumière & sur les couleurs, paroît ne point s'accorder avec ce qui est dit dans le quatrième Chapitre de la Genèse : savoir, qu'*au premier jour*, Dieu créa la Lumière, & qu'*au quatrième jour*, il créa le Soleil & les Etoiles.

L'Écriture-sainte met donc, comme Descartes, une vraie distinction entre la Lumière & les Corps lumineux. Il est donc faux que la Lumière soit une émanation du Corps lumineux : il est donc faux que les rayons jaillissent colorés du sein du corps lumineux.

RÉPONSE. I°. L'Écriture-Sainte est le plus infallible de tous les oracles. Mais cet Oracle infallible, quelquefois mal interprété & mal appliqué par l'Ignorance, n'a point pour objet la Physique, laquelle est toute entière du ressort de la Raison & de l'Expérience.

II°. Il n'est pas bien difficile de concilier ce que dit la Genèse, avec la théorie que nous adoptons sur la Lumière. Comme le Créateur, selon la Genèse, donna à la Terre l'existence, le premier jour; & la fécondité, le troisième jour: de même, on peut dire que le *premier jour*, il créa la matière de la Lumière, laquelle demeura sans action, éparse & confondue dans le chaos des choses, jusqu'au quatrième jour; & qu'*au quatrième jour*, il la sépara du chaos, il en forma le Soleil & les Étoiles, il lui donna la configuration & le mouvement nécessaires pour briller.

La Terre, selon l'Écriture elle-même, ne fut qu'un informe chaos, le premier jour: au troisième jour, le Créateur lui donna une forme, un mouvement, une action, qui la rendirent féconde & vivante. De même, la lumière fut créée & commença à exister, le *premier jour*: mais elle ne fut convertie en corps lumineux, elle ne fut animée d'un mouvement convenable, elle ne commença à briller & à éclairer l'univers, qu'*au quatrième jour*.

III°. Cette idée ou cette théorie de la Lumière, loin d'être opposée, est très-conforme à l'Écriture-Sainte: qui dans le Livre de l'Écclésiastique, nous représente le Soleil, ce chef-d'œuvre du Très-Haut, comme une grande fournaise, destinée à darder incessamment de son sein, des torrens de rayons de feu. *Fornacem custodiens in operibus ardoris, tripliciter Sol exurens montes, radios igneos exsufflans, & resurgens radiis suis, obœcat oculos. Ecclési. 43.*

714. REMARQUE. Vouloir, avec quelques Physiciens modernes, faire entrer à la fois dans la théorie de la Lumière & des Couleurs, le système de Descartes & le système de Newton: c'est, ce me semble, vouloir allier des choses évidemment incompatibles, vouloir concilier la fable avec la vérité.

L'*esprit de Conciliation*, est admirable dans la Politique, dans la Société: mais il est communément très-absurde dans la Physique. (612).





## T R O I S I È M E   S E C T I O N .

L O I X   D E   L A   P R O P A G A T I O N   D E   L A   L U M I È R E  
H O R S   D E   L ' Œ I L .

**L**A Lumière se meut selon certaines Regles, fixes & invariables, qui sont ce que nous nommons les *Loix de sa propagation*, & qu'il s'agit ici de déterminer & d'établir d'après les Observations expérimentales.

## P R E M I È R E   L O I .

715. *La Propagation de la Lumière, est successive.*

DÉMONSTRATION. Cette proposition signifie, que la Lumière emploie un espace de tems : pour se porter, du Corps qui la produit ou qui la réfléchit, jusqu'à l'œil qui en reçoit l'impression. (Fig. 113).

1°. Il conte par les Observations astronomiques, que Jupiter a cinq Satellites ou cinq Lunes, qui font leurs révolutions autour de cette planette, comme la Lune autour de la Terre, à différentes distances de son centre. Le Satellite le plus voisin de Jupiter, son *premier Satellite*, le seul auquel nous faisons attention pour le présent, fait sa révolution autour de sa Planete, en 42 heures & demie environ; & dans chaque révolution, il souffre une éclipse, en passant dans l'ombre de Jupiter : de sorte que ses éclipses étant périodiques, on fait le moment où doit avoir lieu son émergence, ou sa sortie de l'ombre, après chaque éclipse.

Cela supposé : soit S, le Soleil au centre de notre Monde planétaire; R T D V, l'orbite annuelle de la Terre autour du soleil; Z I Y X, l'orbite de Jupiter autour du soleil; m n r, l'orbite du premier Satellite de Jupiter autour de sa planete I. Soit aussi la Terre, en T; Jupiter périégée, ou près de la terre, en I.

Après chaque révolution d'environ 42 heures & demie, on voit le Satellite n, sortir de l'ombre I n. Et si la Terre restoit toujours dans la même position & à la même distance, à l'égard de Jupiter : les Emergences du Satellite n, arriveroient toujours invariablement, après chaque période d'environ 42 heures & demie.

Mais, comme la Terre parcourt son orbite T D V R en un an; & que Jupiter met environ douze ans à parcourir son orbite plus grande I Y X Z : la Terre, après avoir été

au voisinage de Jupiter en T, s'éloigne successivement de Jupiter, qui va moins vite qu'elle. Jupiter, après avoir été péricée, se trouve enfin apogée, ou dans son plus grand éloignement de la Terre : quand Jupiter étant en I, la Terre se trouve en V.

Or Messieurs Cassini, Romer, Halley, & plusieurs autres Astronomes, ont observé que les *Emersions du Satellite*, au lieu d'arriver toujours uniformément après environ 42 heures & demie, retardoient de plus en plus, depuis le tems du péricée, jusqu'au tems de l'apogée de Jupiter. De sorte que ces Emersions, qui arrivoient régulièrement au bout de 42 heures & demie, Jupiter étant en I & la terre en T, n'arrivent qu'après 42 heures & demie, plus environ 14 minutes ; quand Jupiter est en I & la Terre en V : voilà donc environ 14 minutes de retardement dans ces émerisions, en les supposant successivement observées & de la distance TI & de la distance VI. Selon les Observations des mêmes Astronomes, quand Jupiter étant en I, la Terre est en D : les émerisions arrivent déjà sept minutes plus tard qu'elles n'arrivoient lorsque la terre étoit en T. Et quand Jupiter étant toujours supposé en I, la Terre est en R : les émerisions arrivent sept minutes plutôt qu'elles n'arrivoient lorsque la Terre étoit en V.

De ces Observations astronomiques, observations bien certaines, bien constantes, & toutes d'accord entre elles pour le fond de la chose, il résulte évidemment que la propagation de la Lumière doit être successive. Car,

D'abord, si la propagation de la Lumière, étoit instantanée : il est évident que le Rayon lumineux que réfléchit le Satellite *n*, en sortant de l'ombre I *n*, se feroit par-tout sentir au même instant & sans aucune différence de tems, sans jamais avancer ou retarder sa vibration, sa percussion : soit que la Terre fût en T près de Jupiter ; soit que la même Terre fût en V loin de Jupiter. Donc on ne peut pas admettre & soutenir que la propagation de la Lumière soit instantanée.

Ensuite, en supposant que la propagation de la Lumière, est successive : il est clair que le Rayon qui frappe toujours le Satellite *n*, à l'instant où ce Satellite sort de l'ombre, a besoin de moins de tems pour se porter de *n* en T, que pour se porter de *n* en V. Donc, en supposant successive la propagation de la Lumière, on rendra une raison plausible d'un phénomène astronomique qui ne peut être expliqué d'aucune manière, dans toute hypothèse où la propagation de la Lumière seroit absurdement supposée instantanée. Donc la propagation de la Lumière, est réellement successive.



II°. La Propagation successive de la Lumiere, est encore établie & démontrée par le phénomène de l'*Aberration des Fixes* (777) : phénomène dont on rend aisément raison, dans l'hypothese où la Lumiere met un tems, pour venir des étoiles jusqu'à nous ; & dont on ne peut rendre aucune raison, en supposant instantanée la propagation de la Lumiere.

Par l'observation des phénomènes, il est démontré que la propagation de la Lumiere, ainsi que la propagation du Son, de la Chaleur, des Odeurs, de tous les Fluides, est successive : comme le reconnoissent maintenant tous les Astronomes & tous les Physiciens. C. Q. F. D.

716. REMARQUE I. Comme le Rayon lumineux  $nTV$ , réfléchi par le Satellite de Jupiter, au sortir de l'ombre, arrive en  $V$ , environ quatorze ou quinze minutes plus tard qu'en  $T$  ; & que l'espace  $TV$ , pris dans la plus grande largeur de l'Ecliptique  $RTDV$ , est égal à deux fois la distance de la Terre au Soleil : il s'ensuit que la Lumiere met environ sept minutes & demie, pour se porter du Soleil à la Terre. (Fig. 113).

I°. Nous supposons ici que la Lumiere, directe ou réfléchie, se meut avec une vitesse toujours sensiblement uniforme ; & aucune raison ne combat cette supposition.

La Lumiere réfléchie, en vertu de sa parfaite élasticité, doit avoir après le choc, la même somme précise de mouvement qu'elle avoit avant le choc : elle doit donc avoir la même vitesse.

II°. Nous supposons ici encore que la ligne  $TV$  représente sensiblement le diametre de l'Ecliptique ; ou la plus grande ligne droite qu'on puisse mener du centre du Soleil  $S$ , à deux points opposés de l'Ecliptique  $RTDV$ .

III°. Toutes les Observations astronomiques ne font pas parfaitement d'accord sur la quantité précise de retardement qu'on remarque dans les Emersions du Satellite, depuis le tems où Jupiter est périégée, jusqu'au tems où il se trouve apogée.

Mais toutes ces observations s'accordent à reconnoître un vrai retardement, un retardement assez considérable : qui croit de plus en plus, depuis le périégée jusqu'à l'apogée ; & qui diminue ensuite de même, depuis l'apogée jusqu'au périégée.

Le plus grand nombre des Astronomes a fixé ce retardement, dans sa plus grande longueur, à 14 ou 15 minutes : ce qui fait environ 7 ou 8 minutes pour la moitié de l'espace  $TV$  ; laquelle moitié est à peu près égale à la distance interceptée entre la Terre & le Soleil.

IV°. Etant démontré que la Lumiere emploie environ 7 minutes & demie ou 450 secondes, pour parcourir l'espace intercepté entre le Soleil & la Terre ; & cet espace étant au moins d'environ 30000000 lieues communes : on trouvera, en divisant 30000000 par 450, que la Lumiere parcourt au moins environ 66666 lieues communes en une seconde de tems.

Cette vitesse de la Lumiere sera d'environ 75555 lieues par seconde : si la Terre est éloignée du Soleil d'environ 34000000 lieues communes ; comme on le déduit des dernières Observations astronomiques qu'on a faites à l'occasion du passage de Vénus sur le Soleil.

717. REMARQUE II. En supposant, comme on peut le faire avec toute la vraisemblance possible, que la Lumiere des Etoiles se meut avec la même vitesse que celle du Soleil : il est clair que l'immense éloignement des Etoiles exige un tems très-long, pour que les rayons échappés de leur sein arrivent jusqu'à nous.

Quelques Astronomes ont trouvé par le calcul, que le rayon qui trace actuellement dans mon œil l'Etoile la moins éloignée de la Terre, doit être sorti du sein de cette étoile, depuis plus de 16 ou 17 mois. Si cette étoile étoit errante, comme les planetes : je la verrois quelquefois au levant ; quand elle est réellement au midi, ou au couchant, ou vers le nadir. Mais comme elle est toujours sensiblement fixe & immobile dans un même point du ciel : il est indifférent que le rayon qui me la rend actuellement visible, ait été dardé de son sein, depuis quelques minutes ou depuis plusieurs années. Ce rayon, plus ou moins récemment échappé de son sein, fait la même impression sur mon œil ; & me détermine à rapporter l'Etoile d'où il est émané, au même point du firmament où elle est immobilement placée.

## SECONDE LOI.

718. Dans un même milieu, la Lumiere, dardée par un Corps lumineux, ou réfléchi par un Corps éclairé, en rayons divergens, se meut en ligne droite. (Fig. 102 & 109).

DÉMONSTRATION. L'expérience nous fait suffisamment sentir que les Rayons dardés par un point lumineux, ou réfléchis par un point éclairé, imitent assez sensiblement les rayons divergens d'une Sphere, qui auroit pour centre le point rayonnant ou le point illuminé. Il s'agit ici de démontrer que ces rayons divergens ne s'écartent point de la ligne droite.

I°. Au milieu d'une Chambre bien fermée, placez à une hauteur quelconque sur une table, une *Bougie allumée*, dont vous intercepterez à volonté la lumière, par le moyen d'un carton MN, que vous placerez entre votre œil & la bougie, & qui aura une petite ouverture *n*.

Dans quelque point de la chambre que vous placiez votre œil, il recevra la lumière dardée par cette bougie: tant que cette ouverture se trouvera dans la ligne droite menée de votre œil à la flamme de la bougie. Et votre œil cessera de recevoir la lumière que darde cette bougie: à l'instant où l'ouverture du carton placé entre votre œil & la bougie, cessera de se trouver dans la ligne droite menée de votre œil à la flamme de la bougie.

Votre œil recevra toujours l'impression de la Lumière, par la ligne droite *ang*, *afh*, & jamais par une ligne courbe ou coudée. Donc, dans un milieu homogène, tel que l'Air: la Lumière, dardée par un corps lumineux, ne se meut qu'en ligne droite.

II°. Au milieu d'une Chambre bien éclairée, placez la même *Bougie éteinte*, que vous ne pouvez voir que par les rayons qu'elle réfléchit. Vous en verrez le sommet *a*, par exemple, de tous les points d'alentour: tant qu'il n'y aura point de corps opaque, dans la ligne droite menée de votre œil au point éclairé *a*. Mais vous cesserez de voir ce point éclairé *a*: à l'instant où quelque corps opaque se trouvera dans la ligne droite, menée de ce point éclairé à votre œil. Donc la Lumière réfléchie par un corps opaque, ainsi que la lumière dardée par un corps lumineux, ne se meut dans un même milieu, tel que l'air, par exemple, qu'en ligne droite.

C'est sur cette propriété caractéristique de la Lumière, que sont fondées les opérations du Géometre & du Chasseur. Le Géometre en dirigeant ses alidades, le Chasseur en dirigeant son fusil, supposent que le *Rayon visuel*, qui leur sert de règle commune, vient en ligne droite, de l'objet auquel ils visent, à leur œil qui en reçoit l'impression. La justesse reconnue de leurs opérations, démontre la vérité du Principe sur lequel elles sont fondées.

III°. Le mouvement de la Lumière en ligne droite, dans un même Milieu, est très-conforme à la théorie générale du Mouvement: selon laquelle un Corps en mouvement, doit conserver sa vitesse & sa direction primitives; tant qu'aucune cause nouvelle n'y fait naître aucun changement. (307).

Or, dans un même milieu, dans un milieu homogène, la Lumière ne trouve aucune cause nouvelle, qui puisse changer ou sa vitesse ou sa direction. Elle doit donc conti-

nuer à se mouvoir comme elle a commencé à se mouvoir , & par là même, en ligne droite : puisqu'elle commence toujours nécessairement à se mouvoir en ligne droite (308). C.Q.F.D.

## T R O I S I È M E L O I .

719. La Lumière, en s'éloignant du point lumineux qui la produit, ou du point éclairé qui la réfléchit, décroît en densité ; & cette diminution de densité est proportionnelle au quarré de sa distance au point rayonnant ou au point éclairé. (Fig. 102).

DÉMONSTRATION I. Il est évident d'abord que la Lumière, en s'éloignant du point rayonnant ou du point éclairé, se divise & se déploie en rayons divergens CA, CR, CB, qui partent d'un même centre C; & qu'elle ne peut ainsi se déployer & s'écarter, sans diminuer en densité, à mesure qu'elle s'éloigne du point C; à mesure qu'elle se répand d'un moindre espace dans un espace sans cesse plus grand.

Il est évident ensuite que cette diminution de densité dans la Lumière, à mesure qu'elle s'éloigne du point rayonnant ou du point éclairé, est proportionnelle au quarré de sa distance au point d'où elle est partie par émanation ou par réflexion. Car, comme la Lumière se répand en rayons divergens, on conçoit que chaque portion sensible de lumière, en s'éloignant du point rayonnant ou du point éclairé, devient un vrai cône lumineux, dont le sommet est le point rayonnant ou le point éclairé, & dont la base devient d'autant plus grande, qu'elle est plus loin du sommet. C.Q.F.D.

DÉMONSTRATION II. Soit A, le point rayonnant ou le point éclairé; FAG, le cône formé par une portion de rayons divergens; BC, un carton dont on présentera le plan au cône lumineux, à différentes distances du point A. On verra se former sur ce carton, des cercles lumineux BC, DE, FG, qui seront d'autant plus grands que le carton sera plus éloigné du point A. (Fig. 108).

Il est clair que toute la Lumière qui se trouve à chaque instant dans le cercle FG, étoit auparavant dans l'espace circulaire DE, dans l'espace circulaire BC, dans le point rayonnant ou éclairé A; & que la Lumière qui éclaire successivement ces différens espaces A, BC, DE, FG, est d'autant moins dense & plus raréfiée, qu'elle occupe un plus grand espace, qu'elle est divisée & épanouie dans un plus grand cercle. Il s'agit donc de comparer entre eux ces différens espaces : pour évaluer la raréfaction de la Lumière qui les éclaire.

Pour cela, soit la distance du premier cercle BC au point



rayonnant,  $= 1$  ; la distance du second cercle DE,  $= 2$  ; la distance du troisieme cercle FG,  $= 3$ . Je dis que la densité de la Lumiere sera comme 1, dans le premier cercle ; comme  $\frac{1}{4}$ , dans le second ; comme  $\frac{1}{9}$ , dans le troisieme : ce qui est précisément la *Raison inverse du quarré des distances*,

Pour le démontrer : comparons d'abord entre eux les deux cercles BC & DE. Le triangle BAC étant semblable au triangle DAC : leurs côtés homologues BC & DE, qui sont les *Diametres* des deux cercles lumineux du carton, sont entre eux comme les bases AC & AE, ou comme les distances AM, AN, de ces deux cercles au point A. (*Math.* 403). Donc le côté ou diametre BC, est au côté ou diametre DE, comme 1 est à 2.

Or les surfaces de deux cercles sont entre elles, comme les quarrés de leurs diametres (*Math.* 501). Donc la surface du cercle BC, est comme le quarré de 1  $= 1$  ; & la surface du cercle DE, est comme le quarré de 2  $= 4$ . Donc la Lumiere est quatre fois plus divisée & moins dense dans le cercle DE à la distance 2, que dans le cercle BC à la distance 1.

Par la même raison, la Lumiere est neuf fois plus divisée & moins dense dans le cercle FG que dans le cercle BC : parce que le diametre FG étant trois fois plus grand que le diametre BC ; la surface FG, neuf fois plus grande, n'a que la même lumiere qui éclaire le cercle BC neuf fois plus petit.

Donc la Lumiere, en s'éloignant du point qui la darde ou qui la réfléchit, prend une *Raréfaction* proportionnelle au quarré de sa distance au point rayonnant ou au point illuminé. C. Q. F. D.

720. COROLLAIRE I. Il s'ensuit de -là, qu'à une certaine distance, les Objets rayonnans ou illuminés peuvent & doivent cesser d'être visibles.

La raison en est, que la lumiere, à force de se raréfier & de s'affoiblir, en s'éloignant du point qui la darde ou qui la réfléchit, doit à la fin cesser d'avoir assez de densité & de force pour produire une impression nette & sensible sur l'organe de la vue.

721. COROLLAIRE II. Il s'ensuit encore de -là, que la Lumiere doit avoir une très grande densité en sortant du Soleil : puisque, à trente millions de lieues du Soleil qui la darde, après s'être immensément divisée & rarifiée, elle conserve encore assez de densité pour faire sur nos yeux une impression si forte. (716).

## QUATRIEME LOI.

722. *Les rayons de Lumiere se croisent en mille & mille manieres : sans se déranger dans leurs cours & dans leur fonction.* (Fig. 110).

DÉMONSTRATION. Soit  $ABC$ , un volet de fenêtre fermée, où l'on aura pratiqué trois ouvertures cylindriques, par lesquelles on fera passer trois rayons solaires par le moyen de trois miroirs plans placés en dehors. Qu'à l'ouverture  $A$  soit adapté un *Verre rouge*, plan ou en forme de lentille, lequel ne donnera passage qu'aux seuls rayons rouges : qu'à l'ouverture  $C$  soit adapté un *Verre vert*, qui ne laissera passer que les rayons verts : que l'ouverture  $B$  n'ait aucun verre, ou qu'un *Verre sans couleur* ; afin que toutes les sept especes de rayons y passent en liberté, mêlées & confondues ensemble, telles qu'elles émanent du soleil. Que ces trois Rayons soient tellement dirigés, qu'ils se croisent & s'entre-coupent au point  $D$  : avant d'être reçus sur le plan d'un carton blanc  $EFG$ .

I°. Le rayon rouge  $ARD$ , va tracer un cercle rouge en  $G$  : le rayon vert  $CTD$ , va tracer un cercle vert en  $E$  : le rayon naturel  $BSD$ , va tracer un cercle blanc en  $F$ . (693).

II°. Ces trois rayons, quoique croisés & entrecoupés les uns par les autres en  $D$ , ne s'écartent point de la ligne droite ; & se portent chacun à part à leur terme, où ils exercent chacun séparément leur fonction nette & distincte : de même que si chaque rayon y arrivoit isolé, sans avoir été rencontré & croisé dans sa route par un autre rayon semblable ou différent. (693 & 718).

Donc la Lumiere peut se croiser, sans se déranger dans son cours & dans sa fonction.  $C. Q. F. D.$

723. REMARQUE. Supposons que le Carton  $EFG$  soit le fond d'un œil vivant, une rétine sensible & animée. (Fig. 110 & 117).

I°. Ces trois rayons feront sur cette rétine, trois impressions distinctes, sur trois points bien distingués  $E, F, G$ . Cet œil recevra à la fois trois images isolées, & toutes trois différentes.

II°. Si au point  $D$  étoit placée une lentille convenable : ces trois cônes lumineux  $oG, mE, nF$ , iroient se terminer en cônes renversés aux points  $E, F, G$  ; où ils traceroient chacun une image incomparablement plus vive. L'image formée par les sommets de ces trois cônes, seroit rouge en  $G$ , blanche en  $F$ , verte en  $E$ .

III°. Si ces trois rayons représentent trois corps différens ; le rayon supérieur AR, un taureau ; le rayon inférieur CT, un aigle ; le rayon du milieu BS, une fleche de clocher : le taureau iroit se peindre dans la partie inférieure en G ; l'aigle, dans la partie supérieure en E ; la fleche, dans la partie du milieu en F.

L'OMBRE : CÔNES OMBREUX.

724. DESCRIPTION. L'Ombre n'est autre chose qu'une privation ou une grande diminution de Lumiere, occasionnée par l'interposition d'un Corps opaque. (Fig. 123).

I°. Quand le globe lumineux RSR est égal au globe opaque  $ABA$  qu'il éclaire ; l'ombre du corps opaque est un cylindre infini CABD : cylindre dont le diametre est égal au diametre du globe opaque. La raison en est, que les rayons RA, SB, qui partent des extrémités du corps lumineux, & qui rasent les extrémités du corps opaque, sont parallèles, & se meuvent sans s'approcher & sans s'éloigner. Ces rayons sont Tangentes au diametre AB : l'arc éclairé ATB est égal à l'arc ombré AMB.

II°. Quand le globe lumineux  $rsr$  est plus petit que le globe opaque qu'il illumine : l'ombre du globe opaque est un cône tronqué  $vmnx$  : cône qui va en croissant à l'infini, à mesure qu'il s'éloigne du corps opaque qui le produit.

La raison en est, que les rayons  $rm$ ,  $sn$ , qui partent des extrémités du corps lumineux, & qui rasent les extrémités du corps opaque, sont divergens, & s'écartent de plus en plus à l'infini. Ces rayons sont Tangentes, non au diametre du globe opaque, mais à des rayons  $tc$  &  $te$  du même globe : l'arc éclairé  $cbe$  est moindre que l'arc ombré  $cae$ .

III°. Quand le Globe lumineux RSR est plus grand que le Corps opaque qu'il éclaire ; l'ombre du globe opaque est un Cône  $mdn$  : cône dont la base  $mm$  est appuyée sur le corps opaque ; & dont la pointe  $d$  est dans la ligne droite qui enfle les deux centres du corps lumineux & du corps opaque. (Fig. 123).

La raison en est, que les rayons  $Rm$ ,  $Sn$ , qui partent des extrémités du corps lumineux, & qui rasent les extrémités du corps opaque, sont convergens & s'approchent sans cesse l'un de l'autre, à mesure qu'ils s'éloignent de leur origine. Ils doivent donc se rencontrer en un point  $d$ , où leur lumiere deviendra sensible, & où l'ombre finira. Ces rayons sont Tangentes, non au diametre du globe opaque, mais à des rayons  $tm$ ,  $tn$ , du même globe. L'arc éclairé  $mbn$  est plus grand que l'arc ombré  $man$ .

IV°. Dans le premier cas, le globe lumineux éclaire la moitié précisément de la surface opaque : dans le second cas, le globe lumineux éclaire moins de la moitié de la surface opaque : dans le troisième cas, le globe lumineux éclaire plus de la moitié de la surface opaque.

725. REMARQUE. On peut se former ici une idée générale des Eclipses de Soleil & de Lune. (Fig. 123).

I°. Une *Eclipse de Soleil*, est une disparition de Lumière dans cet astre, occasionnée par l'interposition de la Lune entre la Terre & le Soleil.

Il est clair que la Terre étant en AB & le Soleil en RS, il y aura une Eclipse de soleil, si la Lune se trouve placée en *mn* : & que cette éclipse sera totale pour toutes les contrées qui se trouveront placées dans le Cône ombreux T M d que forme la Lune *m b n a m*.

II°. Une *Eclipse de Lune*, est une cessation de lumière dans cette planète, occasionnée par l'interposition de la Terre entre la Lune & le Soleil.

Il est clair que le Soleil étant en AB, la Terre en *mn*, & la Lune en *rs* ; il y aura nécessairement une Eclipse de Lune : puisqu'alors la Lune se trouvera placée dans le cône ombreux *m r s n* que forme la Terre éclairée par le Soleil AB.

III°. Le *Cône ombreux* d'une Planète, est l'ombre que le Disque *m n m* de la planète, moindre que le Disque RSR du Soleil, forme & traîne toujours derrière elle, à l'opposite du Soleil.

Le Soleil étant en RS, la Lune en *mn*, & la Terre en AB : les contrées terrestres T seront dans le Cône ombreux de la Lune : & les contrées placées entre TA & TB, hors de ce Cône ombreux, seront dans la *Pénombre*, qui n'est autre chose qu'une privation plus ou moins grande de la lumière solaire au voisinage du cône ombreux, par exemple, en *d n D*, en *d m C*.

Dans une Eclipse de Soleil, le Soleil étant en RS, la Lune en *mn*, & la Terre en AB : les contrées terrestres TA & TB, qui sont hors du cône ombreux *m d n*, seront donc dans la *Pénombre* de la Lune.

IV°. Comme *on ne voit rien sans lumière* : il est clair qu'un Corps placé dans une entière privation de lumière, ne pourroit en aucune façon être aperçu.

Un objet placé dans l'ombre d'un arbre ou d'une maison, n'est rendu visible par les rayons que réfléchissent sur lui les objets environnans, & qu'il réfléchit lui-même à son tour dans son œil.

Dans une *Eclipse totale de Lune*, en supposant la Lune

Q q ij



en M & la Terre en  $mn$  : la Lune sera rendue visible par le moyen de certains rayons solaires  $dRC$ ,  $dSD$ , qui forment la Pénombre ; & qui réfractés dans l'Atmosphère terrestre, s'inclinent dans le Cône ombreux de la Terre ; vont tomber sur la surface de la Lune placée en M dans ce cône ombreux ; & sont réfléchis par la Lune vers la Terre. Ces rayons, reçus dans un œil placé en  $a$ , suffiront pour y tracer foiblement une sombre & obscure image de la Lune éclipfée. (702).



## QUATRIÈME SECTION.

### PHÉNOMÈNES DE LA LUMIÈRE DANS L'ŒIL, OU PRINCIPES SUR LA VISION.

726. OBSERVATION. **L**A Lumière, en pénétrant dans notre œil, y souffre différentes réfractations, dont nous ferons ici abstraction. Nous ne considérerons donc dans l'Œil, que la *Prunelle* P, que nous regarderons comme une simple ouverture, sans enveloppes réfractantes ; & la *Rétine*, ou l'enveloppe fibreuse  $rRr$ , qui forme la concavité du fond de l'œil, & que vont frapper les rayons lumineux que la prunelle admet dans l'œil. (Fig. 120).

727. DÉFINITION. La *Vision* est cet acte de l'Âme, par lequel elle a présente la figure & la situation d'un objet, à l'occasion d'une impression faite dans l'œil par la lumière que darde ou que réfléchit cet objet.

I°. La *Vision est distincte* : quand chaque partie notable de l'objet est tracée à part dans la rétine, sous ses traits propres & caractéristiques, séparés des traits propres & caractéristiques des autres parties.

II°. La *Vision est confuse* : quand les images des objets sont mal formées & mal tracées dans l'œil ; & quand plusieurs parties notables d'un même objet, se traçant sur un même point de l'œil, y confondent leurs images diverses en une seule & même image.

### AXIOME FONDAMENTAL.

728. Les Objets sensibles traçant leur image dans l'œil ; & la Vision nette & distincte des objets, est attachée à la formation nette & distincte de leur image dans la rétine.

EXPLICATION I. Soit AB, une Boite de bois ronde, de

trois ou quatre pouces de diametre, percée de deux trous ronds diamétralement opposés: ce sera une *Imitation artificielle de l'œil*. (Fig. 99).

Le trou B, d'environ un pouce & demi de diametre, est recouvert d'un papier huilé. Le trou A reçoit un petit tuyau cylindrique, d'un pouce de diametre & d'environ un pouce de longueur, lequel est évasé intérieurement en forme d'entonnoir, & porte à son extrémité la plus étroite dans l'intérieur de la boîte, un Verre lenticulaire *v*, dont le foyer est à peu près à la distance du papier huilé: de sorte qu'on peut l'y faire arriver justement, en avançant ou en reculant un peu le petit tuyau A.

Si le tuyau A, adapté au trou d'un volet de fenêtre, dans une Chambre d'ailleurs bien fermée, est tourné vers un *Objet bien éclairé*, & qui ne soit éloigné que de trente ou quarante pas: on voit cet objet MN, peint avec toutes ses couleurs sur le papier huilé B, mais dans une situation renversée.

Le point le plus haut de l'objet, occupera la partie la plus basse de l'image: le point le plus bas de l'objet, occupera la partie la plus haute de l'image: la partie qui est à droite dans l'objet, fera à gauche dans l'image; & ainsi du reste. (723).

729. EXPLICATION II. A un volet de fenêtre bien fermée, soit une petite ouverture circulaire, à laquelle on adaptera un *Œil de veau*: en telle sorte que la prunelle réponde au dehors, & la rétine au dedans. Il faut que cette Rétine soit dépouillée artistement dans sa partie extérieure, des tégumens grossiers qui l'enveloppent, & qui pourroient empêcher de voir ce qui se passe dans elle. (Fig. 117 & 120).

Dans cet *Œil naturel*, & sur cette *Rétine*, vous verrez tracées nettement & sans confusion, les images des différens Objets voisins, qui étant bien éclairés peuvent renvoyer leurs rayons par la prunelle sur la rétine.

I°. Dans cet *Œil naturel*, comme dans l'imitation artificielle dont nous venons de parler, les *images des Objets*, sont renversées. Par exemple, l'image d'un homme qui marche sur le grand chemin, a les pieds en haut & la tête en bas: sa main gauche est à droite, & sa main droite à gauche. Mais chaque partie de l'image, est tracée & dessinée sur la rétine, dans les plus exactes proportions & avec ses couleurs naturelles.

II°. A mesure que cet homme s'éloigne, son image toujours tracée dans la rétine de l'œil de veau, devient plus petite; & les deux dimensions de cette image, sa hauteur &

fa largeur, décroissent sensiblement chacune, dans la même proportion que la distance augmente. (Fig. 114).

De telle sorte que la hauteur de l'image d'un homme, à 20 pas, est comme 1 : à 40 pas, comme  $\frac{1}{2}$  : à 60 pas, comme  $\frac{1}{3}$  : à 100 pas, comme  $\frac{1}{5}$ ; & ainsi de suite : jusqu'à ce que l'objet soit assez éloigné pour que l'image se réunisse & se confonde toute entière dans un seul point de la rétine, où elle cesse d'être distinctement visible.

Les divers diamètres des Images, que trace dans l'œil un Objet visible, placé devant l'œil à différentes distances toutes peu considérables, décroissent réellement & géométriquement dans un rapport un peu moindre que celui des distances augmentées, & réciproquement : mais cette différence, même dans les petites distances, est toujours insensible à l'œil. Cette différence diminue encore de plus en plus, à mesure que la distance devient plus grande : en sorte que dans les grandes distances, elle devient infiniment petite, & par-là même, géométriquement nulle.

D'où il s'ensuit que les diamètres des Images tracées dans un œil, par un même Objet placé successivement en  $AB$ , en  $CD$ , en  $E F$ , sont toujours sensiblement en raison inverse des distances.

III<sup>e</sup>. Les Objets qui se peignent dans l'œil dont nous parlons, sont toujours interceptés dans un angle droit  $a P b$ , formé par deux lignes  $r a$ ,  $r b$ , menées des extrémités de la rétine  $r R r$ , par les extrémités de la prunelle  $P$ . (Fig. 120).

Les Objets placés devant l'œil hors de cet angle droit, ne tracent point leur image sur la rétine  $r R r$  : parce que les rayons qu'ils dardent ou qu'ils réfléchissent en droite ligne, ne peuvent se porter par la prunelle  $P$  dans la rétine, & y faire leur impression.

On voit par-là pourquoi tout ce que nous voyons d'un seul coup-d'œil, est ordinairement compris entre un Angle droit, tel que l'angle  $a P b$ .

#### IMAGES DES OBJETS SUR LA RÉTINE, ET IDÉE DE LA VISION.

730. EXPLICATION. Soit une fleche  $A D B$ , exposée à l'œil en question. Je dis que cette fleche doit aller se peindre renversée sur la rétine  $a b d$  de cet œil. (Fig. 117).

I<sup>o</sup>. Tout Point éclairé, ainsi que tout Point rayonnant, est comme un centre de sphere ; d'où partent en droite ligne une infinité de rayons divergens, qui vont rendre visible ce point à différentes distances. (718). Or les points  $A, D, B$ , sont des points éclairés : donc ces points réfléchissent de tous côtés des rayons divergens, propres à les tracer à l'œil

& à les y rendre sensibles. De-là, les *images des objets, dans l'œil.*

De tous les rayons divergens que réfléchit le point A ; il n'y a que le rayon M A N qui puisse enfilet la prunelle R, & porter son impression sur la rétine en *a*. De même, de tous les rayons divergens que réfléchissent les points D & B, il n'y a que les rayons N B M & D R, qui enfilet la prunelle, & qui fassent leur impression sur la rétine en *d* & en *b*.

II°. Comme les Rayons de lumière, dardés par un corps lumineux ou réfléchis par un corps éclairé, vont toujours en droite ligne dans un même milieu (718) : il est clair que le rayon A R, réfléchi par la partie supérieure de l'objet, doit faire son impression sur la partie inférieure de la rétine, en *a* : que le rayon B R, réfléchi par la partie inférieure de l'objet, doit faire son impression sur la partie supérieure de la rétine, en *b* : que le rayon D R, réfléchi par le milieu de l'objet, doit faire son impression sur le milieu de la rétine en *d* : que les autres rayons, réfléchis par les points successifs de l'objet, doivent faire leur impression sur la rétine, dans des points d'autant plus bas, qu'ils sont partis de plus haut, & réciproquement : que les rayons réfléchis par la partie droite de l'objet, doivent se porter sur la partie gauche de la rétine ; & ainsi du reste.

D'où il résulte que l'Image formée, dans la rétine, par l'impulsion de ces rayons, doit être renversée : ainsi qu'elle se montre à l'Observateur, dans l'œil artificiel ou naturel. (728 & 729).

III°. Si l'objet A D B est de différentes couleurs : chaque point de cet objet ira se peindre sous sa couleur propre, dans la rétine.

Le point A de l'objet étant rouge, il ne réfléchit que des rayons rouges : le rayon rouge A R ira donc tracer un point rouge en *a*. Le point B de l'objet étant violet, il ne réfléchit que des rayons violets : le rayon violet B R ira donc tracer un point violet en *b*. Le point D de l'objet étant vert, il ne réfléchit que des rayons verts : le rayon vert D R ira donc tracer un point vert en *d*. Ainsi toute l'image *a b d*, retracera respectivement toutes les couleurs de l'objet A D B.

IV°. A mesure que l'objet A B s'approche de l'œil, l'image devient plus grande dans l'œil : elle devient plus petite, à mesure que l'objet s'éloigne. (Fig. 114).

La raison en est, que les rayons A N & B N, qui partent des extrémités de cet objet, forment un angle B N A d'au-

Q q iv

tant plus aigu, que l'objet est plus éloigné; d'autant moins aigu, que l'objet est plus près.

Quand l'objet  $AB$  s'approche: l'angle  $bNa$  devient plus ouvert: l'image  $ab$  augmente. Quand l'objet  $AB$  s'éloigne en  $DC$ : l'angle  $bNa$  devient plus petit: l'image  $ab$  diminue.

Quand l'objet  $AB$  est à une très-grande distance en  $VX$ : l'angle  $aNb$  est comme infiniment petit. Alors l'image  $ab$ , interceptée entre cet angle, devient infiniment petite: elle devient par-là même insensible & imperceptible. (741).

V°. Nous nous bornerons à faire remarquer ici que chaque point de l'image tracée sur la rétine  $ab$ , doit son existence, non à un seul rayon isolé, mais à une petite touffe de rayons divergens, qui réfractés dans les humeurs & dans les enveloppes de l'œil, deviennent convergens dans l'œil; & vont frapper par la pointe de leurs cônes, différens points de la rétine. (Fig. 117).

C'est par cette réunion en un même point dans l'œil; que la percussion des rayons  $MAN$ ,  $MDN$ ,  $MBN$ , par exemple, produit dans les différens points  $a, d, b$ , une image nette & sensible de chaque portion de l'objet qui les réfléchit.

#### A X I O M E I I.

731. *Nous voyons chaque point d'un Objet lumineux ou illuminé, dans l'axe du cône lumineux qui affecte la surface extérieure de notre œil, au moment où l'image de cet objet se forme dans notre rétine.*

EXPLICATION. Il est facile de faire bien voir & bien sentir la vérité de cet Axiome, par le moyen de l'Expérience. (Fig. 102).

I°. Soit un point lumineux  $C$ . Nous voyons ce Point lumineux  $C$ , dans la ligne droite  $RCD$ ; & cette ligne est l'axe du cône lumineux  $ACB$ , que darde ce point rayonnant, & qui affecte notre œil  $AB$ .

De même, si le point  $C$  est un point bien sensible, vivement éclairé & peu éloigné: nous voyons ce Point éclairé, dans la ligne droite  $RCD$ , laquelle est l'axe du cône lumineux  $ACB$ , que réfléchit ce point illuminé & qui affecte notre œil  $AB$ .

Quand le Point lumineux ou illuminé  $C$  est peu éloigné: nous estimons & nous évaluons à peu près la distance  $RC$ , dont nous rapportons l'extrémité au point où se réunissent les lignes convergentes  $AC$  &  $BC$ , lesquelles circonscrivent le cône lumineux qui fait son impression sur notre œil.

Mais quand ce même Point  $C$  est très-éloigné de notre

œil : l'angle  $ACB$  est comme infiniment petit. Les lignes  $AC$  &  $BC$  étant sensiblement parallèles, nous ne pouvons pas estimer & juger en quel point  $C$  ou  $D$  elles se rencontrent. Alors nous nous bornons à placer l'objet  $C$ , dans l'axe  $RCD$  du cône lumineux, à une distance indéfinie. C'est pour cette raison que nous confondons la distance des Planètes avec celle des Etoiles, que nous rapportons également à un point imaginaire du Firmament.

II°. Soit une fleche  $ADB$ . Nous voyons le point  $A$ , dans l'axe du cône lumineux  $NAM$ ; le point  $B$ , dans l'axe du cône lumineux  $NBM$ ; le point  $D$ , dans l'axe du cône lumineux  $NDM$ . (Fig. 117).

Le point  $A$ , par exemple, nous paroît d'autant plus éloigné, que les lignes  $MA$  &  $NA$  vont se réunir plus loin de l'œil : & réciproquement, ce point  $A$  nous paroît d'autant moins éloigné, que les lignes  $MA$  &  $NA$  vont se réunir moins loin de l'œil. De-là vient que dans un même Objet bien éclairé & peu éloigné, nous jugeons tels points plus éloignés, & tels autres points moins éloignés de nous; comme ils le sont en effet.

III°. La même Loi de vision a lieu dans la Lumière réfléchie & dans la Lumière réfractée, ainsi que dans la Lumière directe. Par exemple, (Fig. 136) :

Soit une Etoile  $M$ , dont la Lumière se trouve réfléchie dans l'œil  $ON$ , par un Miroir plan  $vx$ . Cette Etoile, au lieu d'être vue en  $M$  où elle est, sera vue derrière le miroir en  $m$  où elle n'est pas, dans l'axe du Cône lumineux  $O m N$ ; & au point où vont coïncider & se réunir les rayons convergens  $Nm$  &  $On$ , par lesquels la Lumière de cette Etoile affecte l'œil  $ON$  : elle paroît donc aussi éloignée du miroir plan en  $m$ , qu'elle en est éloignée en  $M$ .

IV°. De ces Observations expérimentales il résulte que nous voyons toujours les Objets dans la direction que suit la Lumière, à l'instant où elle fait son impression sur la surface & dans le fond de notre œil : quelque direction que puisse avoir eu auparavant cette même lumière; laquelle ne fait son impression sur l'œil, qu'en vertu de sa dernière direction, ou de la direction qu'elle a au moment où elle affecte notre œil.

732. REMARQUE. La même Loi a lieu, à l'égard de tous les Corps qui font impression sur nos organes : ce qui fait voir que c'est une vraie Loi de la nature, & non une simple hypothèse imaginée gratuitement pour expliquer tels & tels phénomènes.

Nous rapportons généralement & constamment la Cause de nos sensations, dans la ligne qu'a suivi le Corps en mou-

vement qui les cause. Par exemple, je juge qu'un Corps sonore est à ma droite; par l'impulsion faite dans telle direction sur mon oreille: qu'un Corps odorant est à ma gauche, parce que l'impression que j'en reçois vient de ce côté.

De même, dans un tems froid, un Aveugle introduit dans une grande Salle où se trouve un bon feu qu'il ne voit pas, est dirigé sûrement vers ce feu par l'impulsion des corpuscules de ce feu: corpuscules qui lui apprennent que pour approcher du feu, il n'a qu'à suivre la ligne directement opposée à l'impression qu'il en reçoit. Par exemple, cet Aveugle étant placé en *AB*, il devinera & il jugera bientôt que le feu est placé en *C*. (Fig. 102).

733. COROLLAIRE I. *Quoiqu'un Objet soit peint renversé dans l'œil: l'œil doit voir cet objet, dans sa situation naturelle.* (Fig. 117).

EXPLICATION. Comme nous voyons toujours les Objets dans la direction que suit la Lumière, à l'instant où elle fait son impression & où elle trace son image dans notre œil: il est clair que le point *a* de l'image renversée, doit être vu en *A*; le point *b*, en *B*; le point *d*, en *D*: il est clair que la partie qui est à gauche dans l'image *adb*, doit être vue à droite dans l'objet *ADB*; & ainsi du reste.

Donc, quoique l'image d'un Objet, soit renversée dans l'œil: l'œil doit voir cet objet, dans sa situation naturelle.

734. COROLLAIRE II. *Un même Objet est vu d'autant plus loin & d'autant moins clairement: que les rayons, dardés ou réfléchis par cet objet, ont fait plus de chemin sans changer leur divergence, avant d'atteindre l'œil.* (Fig. 121).

EXPLICATION. Quand nous pouvons évaluer par le moyen d'un seul œil, les distances des Objets: nous voyons ces objets au point où se terminent les lignes convergentes *AS* & *BS* du cône lumineux *ASB* qui affecte notre œil *AB*. (731). De-là, il résulte:

I°. Qu'un œil placé en *AB*, verra l'objet *S* au point *S*, où vont se réunir les lignes convergentes *AS* & *BS*, tracées par les rayons qui circonscrivent le cône lumineux *ASB*.

II°. Que le même œil placé en *CD*, à une distance double, verra l'objet *S* au point *S*, où se terminent & se réunissent les lignes *CS* & *DS*, qui circonscrivent le cône lumineux *CSD*, dont la base est appuyée sur l'œil: par la raison que les lignes *CS* & *DS* étant de moitié moins convergentes que les lignes *AS*, *BS*, & que la distance *CD*

étant égale à la distance  $AB$  ; les lignes  $CS$  &  $DS$  doivent aller se réunir deux fois plus loin que les lignes  $AS$  &  $BS$ .

III°. Que le même œil placé en  $FG$ , à une distance triple, verra trois fois plus loin l'objet  $S$  : savoir, au point  $S$ , où se réunissent les lignes convergentes  $FS$  &  $GS$ , qui circonscrivent le cône lumineux  $FSG$  ; cône appuyé par sa base toujours de même grandeur, sur le même œil  $FG$ .

IV°. Que l'œil en  $AB$  aura une lumière quatre fois plus dense & plus vive qu'en  $CD$  ; neuf fois plus dense & plus vive qu'en  $FG$ , & ainsi de suite à l'infini : puisque la densité de la lumière décroît, comme le carré de la distance augmente. (719).

#### ANGLES OPTIQUES.

735. DÉFINITION. On nomme *Angle optique*, un angle  $ANB$ , qui a son sommet dans le centre de la prunelle, & qui est formé par les rayons  $AN$  &  $BN$ , dardés ou réfléchis par les extrémités de l'objet  $AB$ . (Fig. 114).

A cet Angle optique hors de l'œil, répond dans l'œil un angle égal  $aNb$ , qui lui est opposé au sommet ; & qui termine & circonscrit l'image  $ab$ , tracée dans l'œil.

L'Angle optique  $ANB$  ou  $HNK$  ou  $CND$ , peut embrasser une simple ligne, un espace sans largeur & sans profondeur  $AB$  : alors il n'est formé que par deux rayons  $AN$  &  $BN$ .

Quand il embrasse un solide, régulier ou irrégulier, cet Angle optique est formé par tous les rayons qui partent de toutes les extrémités du corps lumineux ou illuminé  $AB$  ou  $HK$  ou  $CD$ .

736. LEMME. Si un Objet  $AB$ , fixé à deux lignes indéfinies  $NA$  &  $NB$ , qui partent d'un même point  $N$ , se meut dans la direction  $ND$  ou  $DN$ , restant toujours parallèle à lui-même (Fig. 114) :

I°. Il est clair que les deux lignes  $NA$  &  $NB$ , s'approcheront sans cesse l'une de l'autre : quand l'objet  $AB$  s'éloignera du point  $N$ .

Dans ce cas, l'Angle optique  $ANB$  devient de plus en plus petit, aussi bien que l'angle opposé au sommet  $aNb$ , lequel va terminer & circonscire l'image de l'objet  $AB$  dans l'œil.

II°. Il est clair que les deux mêmes lignes  $NA$  &  $NB$  s'éloigneront sans cesse l'une de l'autre : quand l'objet  $AB$  s'approchera du point  $N$ .

Dans ce cas, l'Angle optique  $ANB$  devient sans cesse



plus grand, aussi bien que l'angle toujours égal  $a N b$ , qui alors agrandit de plus en plus l'image de l'objet dans l'œil.

III°. Si l'angle  $A N B$  est très-petit, l'objet  $AB$  très-éloigné, le diamètre  $AB$  placé dans la direction de l'arc  $AB$ : il est clair que le diamètre de l'objet se confond sensiblement avec l'arc  $AB$  qui mesure la grandeur de l'Angle optique.

La raison en est qu'à une grande distance du sommet d'un angle, un très-petit arc  $AB$  ou  $CD$  ne diffère qu'infiniment peu de la ligne droite  $AB$  ou  $CD$ , qui est le diamètre de l'objet. On peut donc dans ce cas, prendre le diamètre de l'objet, pour l'arc  $AB$  ou  $BC$ ; & réciproquement. (*Math.* 710).

### A X I O M E III.

737. *La grandeur des Angles optiques détermine communément la grandeur apparente des Objets*: c'est-à-dire que les Objets nous paroissent pour l'ordinaire, d'autant plus grands, qu'ils sont vus sous un plus grand angle optique; d'autant plus petits, qu'ils sont vus sous un plus petit angle optique.

EXPLICATION. I°. Cet Axiome est constaté par l'Expérience. Par exemple, quoique le Soleil soit immensément plus grand que la Lune; ces deux globes sont vus dans le ciel à peu près sous la même grandeur: parce qu'ils sont vus sous deux angles optiques sensiblement égaux; ou qu'ils tracent dans la rétine des images à peu près égales.

De même, soient dans le ciel deux étoiles  $A$  &  $B$ , & deux planètes  $a$  &  $b$ . Quoique l'espace  $AB$  soit immensément plus grand que l'espace  $a b$ , ces deux espaces paroissent de même grandeur: parce qu'ils sont vus sous le même angle optique  $A C B$ , & que les points qui terminent l'un & l'autre espace, se tracent dans la rétine sous un même angle. (*Fig.* 112).

II°. Cet Axiome est conforme à la Raison. Car deux Objets  $AB$  &  $HK$ , qui se peignent dans l'œil sous un même Angle optique  $H N K$ , y tracent deux images  $a b$  d'égale grandeur. Or deux images d'égale grandeur dans l'œil, toutes choses étant égales d'ailleurs, doivent déterminer l'ame à voir ces deux objets  $AB$  &  $HK$ , sous la même grandeur. (*Fig.* 114).

Par la même raison, deux Objets égaux ou inégaux  $AB$  &  $CD$  qui sont vus sous deux Angles optiques d'inégale grandeur, tracent dans l'œil des images proportionnelles à ces angles optiques  $A N B$  &  $C N D$ . Donc, toutes choses étant égales d'ailleurs, l'ame doit voir ces deux objets sous

une grandeur proportionnelle aux Angles optiques qui forment & terminent ces images.

III<sup>o</sup>. Cet Axiome exige & un développement & une restriction, que nous allons lui donner dans les deux assertions suivantes.

738. ASSERTION I. *Le diametre apparent d'un même Objet placé à différentes distances considérables de l'œil, décroît sensiblement, comme les distances augmentent; ou est en raison inverse des distances. (Fig. 114).*

DÉMONSTRATION. Soit un œil N. L'Objet AB placé à une distance considérable de l'œil, à une distance = 1, sera vu sous l'angle optique ANB; & son diametre AB paroîtra comme 1. Le même objet placé en CD, à une distance double = 2, sera vu sous l'angle optique CND, sensiblement plus petit de moitié que le précédent; & son diametre CD paroîtra comme  $\frac{1}{2}$ . Le même objet, placé en EF, à une distance triple = 3, ne sera vu que sous un angle optique trois fois plus petit sensiblement que l'angle ANB; & son diametre EF ne paroîtra que comme  $\frac{1}{3}$ .

I<sup>o</sup>. Les triangles ANB & RND sont semblables; puisqu'ils ont leurs angles homologues égaux. Donc le côté RD est double du côté AB: comme la base ND est double de la base NB. Donc, par la même raison, le côté TF est trois fois plus grand que le côté AB: comme la base NF est trois fois plus grande que la base NB. (Math. 403).

Or si l'objet AB, restant toujours parallèle à lui-même, passe successivement en CD, en EF; il est clair qu'en CD son diametre n'occupera que la moitié de la ligne RD, qui est deux fois plus grande que la ligne AB: il ne sera donc vu que sous l'angle optique CND, lequel est sensiblement plus petit de moitié, que l'angle ANB. Il est clair qu'en EF son diametre n'occupera que le tiers de la ligne TF trois fois plus grande que la ligne AB: il ne sera donc vu que sous l'angle optique FNE, lequel est sensiblement trois fois plus petit que l'angle ANB.

II<sup>o</sup>. Quand l'Objet AB, CD, EF, est assez petit & fort éloigné de l'œil, par exemple, un homme qui marche sur un grand chemin à un quart de lieue, à demi-lieue, à une lieue, de l'œil qui l'observe; ses diametres AB, CD, EF, se confondent sensiblement avec les arcs AB, CD, EF, qui mesurent les divers angles optiques sous lesquels l'objet est vu à différentes distances de l'œil: on peut donc substituer ces arcs, aux diametres de l'objet. (736).

Or l'objet est vu en  $AB$ , à une distance  $= 1$ , sous l'angle optique  $ANB = 1$ ; en  $CD$ , à une distance  $= 2$ , sous l'angle optique  $CND = \frac{1}{2}$ ; en  $EF$ , à une distance  $= 3$ , sous l'angle optique  $FNE = \frac{1}{3}$ .

Donc, puisque le *diamètre apparent* des Objets est communément proportionnel à la grandeur des angles optiques sous lesquels ils sont vus : le diamètre apparent de l'objet  $AB$  paroîtra comme 1 à la distance 1; comme  $\frac{1}{2}$ , à la distance 2; comme  $\frac{1}{3}$ , à la distance 3; & ainsi de suite. Donc le diamètre apparent de cet Objet placé à différentes distances de l'œil, fera en raison inverse des distances.  $C. Q. F. D.$

739. COROLLAIRE. *La surface apparente d'un même Objet, vu successivement à différentes distances considérables, est sensiblement en raison inverse des quarrés des distances.*

EXPLICATION. La raison en est, que les deux dimensions apparentes d'un même Objet, sa hauteur & sa largeur, décroissent proportionnellement, à mesure que l'objet s'éloigne; & tracent dans l'œil des images plus ou moins grandes, mais toujours semblables. Or, dans les Figures semblables, les surfaces sont entre elles comme les quarrés d'une de leurs dimensions. (*Math.* 499).

Donc en supposant égales les deux dimensions, la hauteur & la largeur, de l'Objet  $AB$  : la surface apparente de cet objet sera  $1 \times 1 = 1$ , en  $AB$ ; sera  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ , en  $CD$ ; sera  $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$ , en  $EF$  : & ainsi de suite, toujours en raison inverse des quarrés des distances.

Il faut remarquer ici, à l'occasion de l'Axiome précédent & de ses dépendances, qu'un même objet  $HK$ , placé à la même distance  $K$ , paroît plus grand dans sa position perpendiculaire  $HK$ , que dans sa position oblique  $VK$  : parce que dans le premier cas, il est vu sous un plus grand angle optique  $HNK$ ; & dans le second cas, il est vu sous un moindre angle optique  $VNK$ .

740. ASSERTION II. *L'Angle optique n'est pas la seule règle de nos jugemens sur la grandeur des Objets : quoiqu'il en soit la principale.*

EXPLICATION. La raison de cette restriction ou de cette modification, c'est que souvent nous donnons plus de grandeur à certains objets, que n'exige l'angle optique sous lequel ils sont vus; que n'exige l'image sous laquelle ils sont tracés dans notre œil. Par exemple (*Fig.* 114) :

1°. Un homme que je vois d'abord sur un grand chemin en  $AB$ , à la distance de 100 toises, se peint dans mon œil sous l'Angle optique  $ANB$ . Le même homme que je

vois ensuite en CD, à la distance de 200 toises, se peint dans mon œil sous l'angle optique CND, de *moitié plus petit* que le précédent. J'attribue cependant à ce même homme, la même grandeur, en AB & en CD: donc l'Angle optique sous lequel se montre un Objet, n'est pas l'unique règle d'après laquelle nous jugeons de la grandeur de cet Objet.

II°. Un homme qui voit pour la première fois la Mer, placé sur le rivage, aperçoit au loin dans un grand éloignement, un Objet voguant sur les flots; & il le prend pour une petite Barque: un autre homme, accoutumé à voir arriver des vaisseaux dans le port, aperçoit le même Objet; & il juge que c'est un grand Navire.

Ces deux hommes aperçoivent le même Objet sous le même Angle optique; & cependant le premier attribue à cet objet, bien moins de grandeur que le second: donc l'Angle optique n'est pas toujours l'unique règle de nos jugemens sur la grandeur des objets.

III°. Il s'en suit de-là, que la manière de voir, dépend à certains égards, de l'usage & de l'expérience: qu'il y a une vraie *Science de voir*; science, qui se forme, se rectifie, se perfectionne, par l'habitude & par la réflexion.

Par exemple, l'usage & l'expérience nous ont appris que la stature d'un homme est d'environ cinq pieds; & que cette stature ne change point en elle-même, sous quelque image qu'elle se trace dans notre œil. Nous jugeons donc, d'après cette *Connoissance expérimentale*, que le même homme qui se présente à notre œil & qui se peint dans notre rétine sous différens angles, est toujours de même stature en lui-même; & ce jugement étouffe & détruit en nous le penchant que nous aurions à juger de la grandeur de cet Objet, par la différente grandeur des Angles sous lesquels il se trace dans notre œil.

De même, un homme qui voit la Mer pour la première fois, n'a d'autre règle pour juger de la *grandeur de l'Objet* qu'il observe dans un grand éloignement, que l'Angle optique sous lequel cet objet se présente à son œil; & par-là, il juge cet objet assez petit pour être une simple barque. Un autre homme, habitué à voir arriver & partir des vaisseaux, à les suivre de vue dans un long trajet sur les eaux, a appris qu'un même Vaisseau qui près de lui se présente à son œil sous un très-grand angle, ne se montre plus à son œil dans une grande distance, que sous un fort petit angle: qu'à une grande distance, une barque devient presque invisible; & un vaisseau se trace dans l'œil sous la grandeur d'une petite barque vue à une moindre distance.

Ces deux hommes jugent différemment de la grandeur de l'Objet qu'ils observent : parce qu'ils en jugent d'après des Regles différentes. Le premier ne juge de la grandeur de l'Objet qu'il voit , que d'après l'Angle optique sous lequel il l'apperçoit : le second au contraire juge de la grandeur du même Objet , d'après l'expérience qui lui a appris qu'un grand navire , à telle distance , ne produit dans l'œil qu'une très-petite image.

IV°. De ces Observations expérimentales il résulte , non que l'Angle optique est une Règle fautive , dans les jugemens que nous portons sur la grandeur des Objets ; mais que ces jugemens fondés sur la différente grandeur des *Angles optiques* , doivent être dirigés & rectifiés par l'expérience & par la réflexion : d'où doit naître la science de voir en une foule de circonstances.

#### OBJETS ET MOUVÈMENS INSENSIBLES.

741. OBSERVATION I. Nous avons vu que le *diamètre apparent d'un Objet* , est sensiblement proportionnel à la grandeur de l'Angle optique qui l'embrasse ou qui le termine. Mais comme cet Angle optique peut décroître à l'infini : on a cherché jusqu'à quel point il doit décroître , pour que l'Objet qu'il renferme , cesse d'être visible.

I°. Selon les observations du docteur Hook : un *Objet lumineux* , un objet brillant de la plus grande clarté ; tel qu'une étoile , cesse d'être visible ; quand l'Angle optique qui l'embrasse , a moins d'une demi-minute , ou moins de 30 secondes de degré.

Selon le même Auteur : la *surface de l'image tracée dans l'œil* , doit avoir au moins un huit millième de pouce , pour que l'Objet qui l'occasionne , soit sensible ; & cet objet devient insensible , dès que la grandeur de cette image devient moindre dans l'œil.

II°. Selon la plupart des Observateurs : les *Objets illuminés* , qui brillent toujours d'une beaucoup moindre lumière que les Corps lumineux , doivent se présenter à l'œil sous un Angle optique plus grand , sous un angle d'environ 40 secondes ; pour être visibles.

D'autres Observateurs donnent les uns un peu plus & les autres un peu moins de grandeur , aux Angles optiques qui rendent sensible & visible un Objet : la différence est peu considérable.

742. COROLLAIRE I. Il s'ensuit de-là , qu'un *Corps d'une grandeur immense , par exemple une Planete ou une Comete beaucoup plus grande que la terre , doit paroître comme un point à*  
un

un certain éloignement ; & disparaître enfin à un plus grand éloignement.

EXPLICATION. Ainsi une Planete plus grande que la Terre , paroitra comme un point : quand elle se présentera à l'œil sous un Angle optique de 30 ou 40 secondes. Une Comete plus grande que la Terre , disparaîtra & cessera d'être visible : quand à force de s'éloigner de nous , elle se présentera à notre œil sous un angle optique , moindre que de 30 ou 40 secondes. (736 & 741).

743. COROLLAIRE II. Les mêmes Regles qui nous servent à évaluer la grandeur des Objets , nous servent aussi à évaluer la grandeur de leurs vitesses.

EXPLICATION. La Vitesse réelle s'estime par la grandeur de l'espace parcouru dans un tems déterminé. Or le mouvement ou le déplacement successif d'un Objet se peint dans l'œil , ainsi que l'objet lui-même ; & la grandeur de ce mouvement ou de l'espace parcouru , s'estime , ainsi que celle de l'objet , par l'Angle optique qui l'intercepte. Par exemple ( Fig. 114 ) :

Si le point M passe successivement de M en O dans un tems déterminé : ce point M décrira dans l'œil la ligne  $ab$  ; & tracera successivement son image dans tous les points de la rétine , interceptés entre  $a$  &  $b$ . La grandeur apparente de l'espace parcouru par le point M , sera proportionnelle à l'Angle optique MNO qui embrasse cet espace , ou à l'Angle égal  $aNb$ . D'où il résulte , en ne faisant attention ici qu'à la seule grandeur des angles optiques , ( Fig. 112 ) :

I°. Que si deux Corps A & a , placés à différentes distances de l'œil , parcourent deux arcs semblables AB &  $ab$  ; ils paroîtront se mouvoir avec la même vitesse : quoique la vitesse du Corps plus éloigné soit beaucoup plus grande que celle du corps moins éloigné.

II°. Que si la Vitesse apparente de deux Corps A & a , qui se meuvent autour d'un même centre C , est la même ; leurs vitesses réelles sont comme leurs distances AC & aC de leur centre de mouvement : puisque leurs vitesses sont comme les arcs qu'ils parcourent dans un même tems ; & que ces arcs AB &  $ab$  sont entre eux comme leurs rayons AC & aC , qui représentent ces distances. ( Math. 474 ).

744. OBSERVATION II. Le Mouvement d'un Corps , est tantôt sensible & tantôt insensible à la vue. Par exemple , l'œil apperçoit facilement , sur le cadran d'une Pendule à secondes , le mouvement de l'aiguille qui marque les secondes ; sans pouvoir jamais appercevoir , d'un instant à l'autre , le

mouvement de l'aiguille qui marque les heures : quoique cette dernière aiguille parcourt en une seconde de tems, un arc d'environ 21 ou 22 secondes de degré. Selon l'Abbé Nollé, le Mouvement d'un Corps, devient *insensible à la vue* : quand ce Corps ne parcourt, en une seconde de tems, que l'arc ou la corde d'un arc d'environ 20 secondes de degré ; quelle que soit la vitesse absolue de ce corps. D'où il est aisé de conclure que le Mouvement de ce Corps, deviendra *sensible à la vue* : quand ce corps parcourra en une seconde de tems, un espace qui répondra à un arc plus grand, à un arc d'environ 25 ou 30 secondes de degré.

La raison en est, que la Rétine est tapissée d'une infinité de petits nerfs, assez semblables aux poils du velours ; & que ces nerfs, ébranlés par les rayons de lumière, que darde ou que réfléchit sur eux l'Objet visible, se dressent & frémissent pendant un certain tems après la percussion de ces rayons. Ce frémissement dure assez vraisemblablement pendant une seconde de tems, selon l'attentif & judicieux observateur Muschembroëk ; & l'objet qui darde ou qui réfléchit le rayon lumineux, est vu dans l'axe de ce rayon lumineux, tant que dure le frémissement dans les fibres de la rétine. Par conséquent (Fig. 114) ;

I°. Si l'Objet visible M ne parcourt, en une seconde de tems, que l'arc ou la corde d'un Angle optique infiniment petit, ou d'un Angle optique qui n'ait qu'environ 20 secondes de degré : le Rayon lumineux, dardé ou réfléchi par l'objet visible M, tombe, pendant toute cette seconde ; sensiblement sur le même point *a* de la rétine.

L'Objet visible M, toujours vu dans la ligne droite *aNM*, menée de la rétine à l'objet, sera donc rapporté, pendant cette seconde de tems, au même point sensible M : il ne paroitra donc point s'être mu & déplacé pendant cette seconde.

II°. Si l'Objet ou le Point visible M, quelle que soit sa vitesse absolue, parcourt en une seconde de tems, l'arc ou la corde *MO* d'un Angle optique de plus de 30 ou 40 secondes de degré : les Rayons lumineux, partis des deux extrémités de cet arc, font sur différens points de la rétine *a b*, une suite d'impressions distinctes qui existent en même tems, & qui représentent le passage successif de l'objet M ; d'un point de l'espace au point suivant.

L'objet ou le point visible M, toujours vu dans la direction du rayon qu'il envoie dans l'œil, sera donc rapporté à deux points différens M & O ; & paroitra s'être transporté, pendant cette seconde, de M en O.

745. REMARQUE. Il est facile de faire l'application de

cette théorie, à une foule de phénomènes plus ou moins dignes d'une attention philosophique. Par exemple,

I°. Si le Point M est un point rayonnant qui parcourt, en une seconde de tems, la ligne MO : cet espace MO se peindra dans la rétine *ab*, comme une traînée de feu ou de lumière. (*Fig. 114*).

La raison en est, que les petits nerfs de la Rétine, compris dans l'arc *ab*, frémissent à la fois pendant toute la seconde qu'emploie le point rayonnant M pour se transporter de M en O.

C'est ainsi qu'une Fusée, que les Exhalaisons qu'on nomme *Etoiles tombantes*, qu'une Mèche allumée qu'on agite avec rapidité, se peignent dans notre œil comme des lignes de feu, droites ou courbes ou mixtes, selon la différence de leurs mouvemens.

II°. Sur le cadran d'une Pendule à secondes, on voit aisément se mouvoir l'*Aiguille qui marque les secondes* : parce que cette aiguille, sur-tout dans son extrémité, se meut avec assez de vitesse pour parcourir en une seconde de tems, un arc de plus de 25 ou 30 secondes de degré. Le centre de cet arc, est l'œil de l'Observateur.

On ne voit pas de même se mouvoir l'*Aiguille qui marque les heures* : parce que cette aiguille en une seconde de tems, ne parcourt pas un angle assez grand pour affecter deux points bien séparés & bien distingués, dans la rétine.

III°. Quoique les Etoiles & les Planetes aient une vitesse, réelle ou apparente, incomparablement plus grande que celle d'un boulet de canon ; cette vitesse, ce mouvement, n'est pas sensible à la vue : parce que, quelque grande que soit cette vitesse dans les Etoiles & dans les planetes, elle ne suffit pas pour faire parcourir à ces astres, en une seconde de tems, un espace capable de répondre dans l'œil à un angle de plus de 20 secondes de degré. (*Fig. 112*).

IV°. Une Baguette isolée, qui fait sa révolution autour d'un axe dans environ une seconde de tems, trace dans l'œil qui l'observe, l'image d'une *surface continue*, conique ou cylindrique : parce que l'impression que fait sur l'œil le rayon lumineux que réfléchit chaque point de cette baguette pendant sa révolution, dure & subsiste dans l'œil, jusqu'à ce que la baguette revienne au même point de sa courbe, réfléchir de nouveaux rayons dans l'œil, & renouveler la même impression.

V°. Si cette même Baguette tourne avec une rapidité excessive, l'œil cesse de la voir, du moins distinctement : parce qu'elle passe si rapidement dans chaque partie de l'espace, qu'elle n'a pas le tems de réfléchir une quantité de rayons



suffisante pour ébranler sensiblement les fibres de la rétine.

C'est pour cette raison, que l'on ne voit pas un *Boulet de canon*, qui passe devant notre œil dans une direction à peu près perpendiculaire à nos Axes optiques: quoique l'on voie ce même Boulet, quand il fuit devant nous parallèlement à nos Axes optiques.

746. DÉFINITION. On nomme *Axes optiques*, deux lignes D A & D B menées d'un même point rayonnant ou éclairé D, au centre de l'une & de l'autre Prunelle A & B d'un même homme. (*Fig. 122*).

Ces deux lignes font un angle A D B ou A E B, d'autant plus aigu, que le point D ou E, origine des deux lignes, est plus éloigné. (736).

La base ou le côté constant de ce triangle, est la distance AB, interceptée entre les centres des deux prunelles, ou entre les centres des deux rétines. L'angle que vont former dans chaque point sensible de l'Objet lumineux ou illuminé, les axes optiques AD & BD, ou AE & BE, sert à évaluer l'éloignement de cet objet.

#### A X I O M E I V.

747. *Nous estimons l'éloignement des Objets, ou par l'intensité de la Lumière qui les rend visibles, ou par le nombre & la grandeur des Corps qui les séparent de nous, ou par le plus ou le moins de convergence des Axes optiques qui affectent nos yeux.*

EXPLICATION. C'est sur-tout dans l'estimation de l'éloignement des Objets, qu'a lieu la *Science de voir*: science formée en nous par l'instinct, par l'habitude, par l'expérience, par la réflexion. Comme tous les Objets, voisins ou éloignés, se peignent indifféremment dans notre rétine, sur différens points séparés: il est probable que nous voyons d'abord en naissant, tous les objets pêle-mêle, dans nos yeux ou sur nos yeux; & que ce n'est qu'après un certain tems, que nous nous habituons à les placer à différentes distances hors de nous, en vertu d'un instinct naturel qui supplée à la raison & qui en tient lieu à certains égards, dans la plus tendre enfance. Nous allons faire voir que les *trois Causes* que nous assignons, sont propres à nous faire apprécier le différent éloignement des Objets exposés à notre vue.

1°. *L'intensité de la Lumière* que garde un Corps lumineux ou que réfléchit un corps éclairé, diminue, comme le carré de la distance augmente (719). Donc la percussion de la lumière sur l'œil, percussion toujours proportionnelle à sa

densité, doit s'affoiblir dans la même proportion. Donc la lumière dardée ou réfléchie par un Objet, doit produire sur notre œil une impression d'autant plus vive & plus forte, que l'objet est moins éloigné de nous; une impression d'autant moins vive & moins forte, que l'objet est plus éloigné de nous.

Donc l'intensité de la Lumière, & l'impression plus ou moins sensible qu'elle fait sur nos yeux, doivent être une règle propre à nous faire évaluer le plus ou le moins d'éloignement, qu'à l'objet qui darde ou qui réfléchit cette lumière dans nos yeux.

II°. *Le nombre & la grandeur des Corps* que nous voyons placés entre notre œil & l'Objet dont nous voulons estimer l'éloignement, est aussi un moyen propre à nous faire estimer la distance. Notre œil, qui aperçoit entre lui & un objet éloigné, un grand nombre de Corps saillans, dont l'usage & l'expérience nous ont fait connoître la grandeur, saisit plus aisément l'intervalle qui le sépare de cet objet éloigné parce que cet intervalle, partagé en plusieurs portions isolées & bien marquées, donne moins de prise à la confusion & à l'erreur; & que les portions mieux connues de cet intervalle, se convertissent facilement dans l'esprit en une somme totale, qui représente à peu près la totalité de l'intervalle ou de la distance qu'il falloit apprécier.

Par exemple, un Objet situé à l'extrémité d'une grande plaine uniforme, ou à une grande distance au milieu de la mer, nous paroît toujours considérablement moins éloigné qu'il ne l'est en effet: parce qu'entre cet objet & nous, il n'y a rien qui nous marque bien les portions de cet espace. Mais que l'on place entre cet objet & nous, un grand nombre de villages dans la plaine, un grand nombre de vaisseaux sur la mer! L'éloignement apparent de cet Objet, deviendra sensiblement plus grand; & approchera beaucoup plus de l'éloignement vrai & réel: parce que les différentes portions de cet espace, seront mieux marquées & mieux présentées à l'esprit.

III°. Il n'est pas moins certain que le plus ou le moins de *Convergence dans les Axes optiques*, qui vont se réunir à chaque point visible d'un objet, nous sert à juger de l'éloignement de cet objet. Car un instinct naturel nous apprend à rapporter les Objets qui se peignent dans nos yeux, au point où vont se réunir les axes optiques; par exemple, au point D ou au point E. (*Fig. 122*).

Or, plus un Objet est éloigné, moins les Axes optiques AE & BE ont de convergence: ils se réunissent à un plus grand éloignement E; & c'est-là que nous plaçons l'objet.

R r iij

Au contraire, plus un objet est près de nous, plus les axes optiques  $AD$  &  $BD$ , ont de convergence : ils se réunissent à un moindre éloignement  $D$  ; & c'est-là que nous rapportons naturellement cet objet.

IV°. Quand la distance de l'objet à nous, devient *immensément grande*, nous cessons de l'évaluer : parce qu'à un certain éloignement, les Axes optiques  $AE$  &  $BE$  deviennent sensiblement parallèles ; & que dans le triangle  $AEB$ , la base constante  $AB$  devient comme nulle par rapport aux côtés  $AE$  &  $BE$ .

C'est pour cette raison que nous confondons l'éloignement des Planètes & des Étoiles, dont les rayons qui forment nos Axes optiques, n'ont point une convergence suffisante pour rendre sensible à nos yeux, leur différent éloignement.

L'intensité de la lumière dardée ou réfléchie par ces Corps célestes, ne peut pas suppléer ici au défaut des Axes optiques : parce que nous ne sommes pas habitués à estimer par le moyen de l'instinct naturel, l'intensité plus ou moins grande que doit avoir la lumière à de telles distances, qui sont toujours sensiblement les mêmes pour nous.

748. REMARQUE. On peut aussi, par le moyen d'un seul œil, estimer à peu près la distance des Objets : mais cette estimation est toujours plus difficile & moins exacte. Cette estimation, quand l'objet n'est pas fort éloigné, se fait par le moyen des angles  $RCA$  &  $RCB$ , que font les rayons  $CA$  &  $CB$  sur l'axe optique unique  $RC$ . (Fig. 102). Sur quoi voici deux observations à faire.

I°. On verra l'objet  $D$  dans la ligne  $ADa$ , si on le regarde avec un seul œil  $A$  : dans la ligne  $BDb$ , si on le regarde avec un seul œil  $B$  : dans la ligne  $CDc$ , si on le fixe à la fois avec les deux yeux  $A$  &  $B$ . (Fig. 122).

II°. Soit au point  $D$ , à une distance de trois ou quatre pieds, une Bague suspendue par un fil : en telle sorte que le plan de cette bague soit dans la direction  $CD$ , & que l'œil ne puisse point voir son ouverture. Si l'on prend un bâton terminé par une petite baguette transversale, propre à enfler l'ouverture de la bague : on réussira aisément à porter la baguette transversale dans la bague ; si on le tente en fixant la bague avec les deux yeux. Mais si l'on tente la même chose en fermant un œil : la baguette transversale sera toujours ou presque toujours portée en-deçà ou en-delà de la bague : ce qui fait voir combien la Convergence des deux Axes optiques en  $D$ , sert dans l'estimation des distances.

APPLICATION DE CES DIVERS AXIOMES,  
OU PRINCIPES A LA VISION.

749. COROLLAIRE I. Deux Lignes ou deux Surfaces paralleles doivent paroître convergentes à un œil qui les observe étant placé entre elles: & si ces deux lignes ou ces deux surfaces sont d'une longueur immense, elles doivent paroître se toucher dans l'extrémité opposée à l'œil. (Fig. 116).

EXPLICATION. Soient deux Rangs d'arbres paralleles MN & RS, entre lesquels se trouve placé l'œil A.

I°. La Distance toujours égale, qui sépare les Arbres correspondans, doit paroître à l'œil, d'autant plus grande, que les arbres sont plus près de lui; d'autant plus petite, que les arbres sont plus loin de lui. Car l'œil A voit la distance qui sépare les deux premiers arbres correspondans, sous l'angle optique 1 A 1; la distance qui sépare les deux arbres suivans de chaque rang, sous l'angle optique 2 A 2; la distance qui sépare les deux cinquiemes arbres correspondans de chaque rang, sous l'angle optique 5 A 5.

Or ces Angles optiques vont en décroissant, depuis le premier jusqu'au dernier: donc les espaces qu'ils interceptent, qui sont les distances des arbres correspondans, doivent paroître décroître comme ces angles optiques. (737). Donc les Lignes paralleles MN & RS, doivent paroître convergentes, doivent paroître se rapprocher: à mesure qu'elles s'éloignent de l'œil.

II°. Si les deux extrémités N & S de ces Lignes ou de ces surfaces paralleles, sont immensément éloignées de l'œil: elles doivent paroître se toucher. Car à un immense éloignement de l'œil, la distance constante NS est vue sous l'Angle optique N A S: lequel sera comme infiniment petit, si les deux côtés AN & AS sont immensément grands. (736).

Ainsi la distance NS, d'une lieue, de cent lieues, de cinquante millions de lieues, vue sous un Angle optique d'environ trente secondes, sera insensible à la vue; & les deux points N & S, qui ne paroîtront point sensiblement séparés, paroîtront se confondre en un seul & même point. (741).

On conçoit par-là que deux Etoiles, éloignées l'une de l'autre de 50 ou de 100 millions de lieues, doivent paroître contiguës dans le ciel: parce que l'espace qui les sépare l'une de l'autre, est comme infiniment petit en comparaison de l'espace qui les sépare de nous; & qu'à la distance des Etoiles, un espace de 50 ou de 100 millions de lieues, n'est pas assez considérable pour terminer un arc de trente secondes: arc sous lequel les objets & les distances sont déjà insensibles à la vue.

750. REMARQUE Cette théorie s'applique, comme d'elle-même, à une foule de phénomènes intéressans.

I°. C'est ainsi que tout *Quarré-long*, par exemple, une grande Avenue formée par deux rangs d'arbres parallèles, une longue Galerie formée par deux murs parallèles, une vaste Prairie renfermée entre deux canaux parallèles, nous semble se retrécir vers l'extrémité opposée à celle d'où nous le considérons : parce que la distance, par-tout la même entre ce quarré, se trace à notre œil sous un plus grand Angle optique près de nous ; sous des angles optiques toujours moindres, loin de nous. (*Fig. 116*).

II°. C'est par la même raison, qu'étant placé sur le bord d'un Lac de quatre ou cinq cens toises de diametre, au lieu de voir la *Surface de l'eau* dans l'horison sensible, comme elle y est en effet, on s'imagine que cette surface s'éleve de plus en plus au-dessus de cet horison, à mesure qu'elle s'éloigne davantage.

Car supposons que la Ligne RS représente la *Surface de l'eau*. Quoiqu'il n'y ait ici qu'une seule ligne ou qu'un seul plan RS : l'œil placé en A, à la hauteur d'environ cinq pieds, supplée à la ligne ou au plan parallèle qui manque, par la direction de son regard AB qu'il darde parallèlement à la ligne RS. Supposant ensuite immobile & invariable dans sa hauteur cette ligne AB : il estime par-tout la distance de l'eau à cette ligne, par les Angles optiques interceptés entre cette ligne AB & la surface de l'eau.

Ainsi, comme cette distance est vue successivement sous les Angles optiques décroissans BAR, BA1, BA2, BA3, BA4, BA5 : elle paroitra décroître, à mesure qu'elle s'éloigne de l'œil ; & la surface de l'eau paroitra s'approcher de plus en plus de la ligne AB, que l'œil suppose à une hauteur invariable.

III°. Si les deux lignes MN & RS représentent le Plafond & le Pavé d'une très-longue Galerie ; la ligne MN paroitra s'abaisser à mesure qu'elle s'éloigne de l'œil : parce que l'œil compare la hauteur MN à la direction AB de son regard, qu'il juge à une hauteur toujours constante ; & que, d'après cette supposition, il voit la distance du Plafond à cette ligne AB, sous les angles optiques décroissans BAM, BA2, BA5.

IV°. C'est par la même raison encore, qu'une suite de *Nuages parallèles à l'horison*, paroît, dans un grand éloignement, s'abaisser de plus en plus vers l'horison. L'œil rapporte la distance de ces nuages à l'horison, à une ligne horizontale qu'il se trace, & qui fait des angles d'autant plus

petits avec la hauteur des nuages, que ces nuages font plus éloignés de l'œil.

Par exemple, supposons que la ligne MN réponde à cinq nuages élevés d'environ demi-lieue au-dessus de l'horison. L'œil, après avoir dardé son regard horizontal AB, auquel il rapporte la hauteur des nuages qu'il observe, voit la distance du premier nuage M à la ligne fixe AB, sous l'angle optique BA 1; la distance ou la hauteur du second nuage, sous l'angle optique moindre BA 2; la distance ou la hauteur des nuages suivans, sous les angles optiques toujours moindres BA 3, BA 4, BA 5. De sorte que si la hauteur du dernier nuage N, ne se présente à l'œil que sous un angle de 30 ou 40 secondes: cette hauteur de demi-lieue, devient insensible à la vue; & le nuage N paroît toucher l'horison.

751. COROLLAIRE II. *Si un Observateur, sans s'en appercevoir, parcourt une Courbe autour d'un Point rayonnant ou éclairé, qui soit immobile: ce point immobile paroitra à l'Observateur, avoir tourné autour de lui. (Fig. 115).*

EXPLICATION. Soit S, le Point immobile, lumineux ou illuminé: lequel étant placé dans le ciel, sera toujours vu dans un point du firmament. Soit ensuite Z, l'œil de l'Observateur: qui parcourt la courbe ZXPOZ autour du point immobile, sans s'appercevoir de sa révolution.

1°. On suppose ici que la partie eZa de l'œil, est toujours tournée & dirigée vers le Point rayonnant S, pendant tout le cours de sa révolution autour du point S.

Quand l'œil est en Z: il voit le Point rayonnant en P; dans l'axe ou dans la direction du Cône lumineux par lequel il est affecté. (731 & 747).

Quand l'œil a passé, sans s'en appercevoir, de Z en X: il voit le Point rayonnant en O, dans la direction du rayon lumineux XSO.

Quand l'œil se trouvera en P, il verra le point rayonnant en Z; & quand il aura passé de P en O, le point rayonnant semblera avoir passé de Z en X.

Le Point rayonnant S paroitra donc à l'Observateur qui se croit toujours immobile, avoir parcouru autour de lui la Courbe POZXP, avec un mouvement opposé & égal à celui qu'il a lui-même.

II°. On voit ici l'explication anticipée d'un grand Phénomene astronomique: savoir, *pourquoi le Soleil immobile au centre du Monde planétaire, paroît tourner chaque année autour de l'Ecliptique; tandis que c'est la Terre qui fait chaque*

année sa révolution dans l'Ecliptique, autour du Soleil immobile. (777).

752. COROLLAIRE III. Si un Observateur tourne autour de lui-même dans un même lieu, sans s'apercevoir de sa révolution : un Point rayonnant immobile lui paroîtra avoir décrit autour de lui une Courbe dont le rayon sera la distance de l'Observateur au point rayonnant. (Fig. 119).

EXPLICATION I. Soit  $abcd$ , l'œil de l'Observateur : lequel œil tourne sur lui-même dans la direction  $abcd$ , autour du centre immobile  $n$ . Soit ensuite  $S$ , le Point rayonnant ou éclairé, immobile au point  $S$ , dans le ciel, par exemple. La courbe  $SNOM$  fera la courbe que paroîtra décrire le point immobile  $S$ . Cette courbe peut représenter ou l'Ecliptique, ou telle autre Courbe qu'on voudra : nous supposerons ici qu'elle représente l'Horison, dont le point  $S$  fera l'occident ; & le point  $N$ , le nord.

Supposons d'abord que l'œil  $abcd$  est tout Prunelle & tout Rétine ; prunelle du côté du point rayonnant ; rétine, du côté opposé au point rayonnant : en telle sorte que dans sa révolution sur lui-même, il puisse toujours être affecté par le rayon lumineux qui passe par son centre  $n$ .

I°. L'œil placé & fixé en  $n$  voit d'abord l'Objet  $S$ , dans la ligne  $cnas$ , à l'occident  $S$ . Et comme il se croit immobile ; il jugera nécessairement que l'objet  $S$  aura changé de place, quand la lumière dardée par cet objet affectera la rétine dans un point différent du point  $e$  : puisque les Objets sont toujours vus & rapportés dans la ligne droite, menée du point où la rétine est affectée, par le centre de la prunelle vers l'objet.

II°. Quand le point  $a$  de l'œil, aura passé au point  $b$  : le point  $d$  sera en  $a$ , & le point  $b$  en  $c$ . Alors le rayon lumineux affectera la rétine en  $b$  ; & ce point lumineux sera vu dans la ligne droite  $bnd$  prolongée jusqu'en  $S$ .

Comme l'œil se croit immobile, & qu'au lieu d'être affecté comme auparavant par la lumière de l'objet en  $c$ , il est affecté en  $b$  : il jugera nécessairement que l'objet  $S$  a passé de  $S$  en  $N$ , en parcourant l'arc  $SN$  de l'occident au nord : arc égal & opposé à l'arc  $ab$  qu'il a parcouru lui-même de l'occident au midi.

III°. Quand le point  $c$  aura passé en  $a$  ; le rayon lumineux affectera la rétine en  $a$ . L'œil verra le point rayonnant dans la ligne  $anc$  prolongée jusqu'en  $S$ , qui paroîtra être en  $O$ .

Comme l'œil se croit encore immobile, il jugera que l'ob-

jet  $S$ , qui étoit en  $N$ , a passé de  $N$  en  $O$ , en parcourant l'arc  $NO$ , du nord à l'orient.

IV°. Quand le point  $b$  aura à son tour passé en  $a$ : le rayon lumineux affectera la rétine en  $d$ . L'objet rayonnant fera vu dans la ligne  $dnb$  prolongée jusqu'au point  $S$  qui paroitra être en  $M$ ; & l'objet  $S$  semblera encore avoir parcouru l'arc  $OM$  de l'orient au midi.

V°. Si l'œil est toujours à la même distance de l'objet  $S$ : il voit toujours cet objet à la même distance de lui; savoir, au sommet du cône lumineux  $aS$ ; & la Courbe que paroît avoir décrit autour de l'œil le point immobile  $S$ , est un cercle.

Comme pendant la révolution  $abcd$  de l'œil, le rayon lumineux affecte successivement tous les points de la rétine, & que l'objet ou le point rayonnant est toujours vu à l'extrémité du rayon lumineux: le Point rayonnant  $S$  fera vu successivement à l'extrémité des lignes  $cnaS$ ,  $bndN$ ,  $ancO$ ,  $dnbM$ . Ce point rayonnant  $S$ , ou si c'est un corps qui présente à l'œil une assez grande surface, chaque point sensible de l'objet lumineux ou illuminé  $S$ , paroitra donc avoir décrit autour de l'œil qui se croit immobile, une Courbe dans un sens opposé à la révolution  $abcd$  de l'œil.

EXPLICATION II. Nous avons supposé que l'œil de l'Observateur est tout prunelle & tout rétine: pour rendre plus simple & plus intelligible l'explication & la démonstration de cet important corollaire. Il nous reste à faire voir que cette supposition n'altère & ne détruit en rien la vérité que nous venons d'expliquer & d'établir.

L'Observateur tourné d'abord vers le point rayonnant  $S$ , aperçoit ce point  $S$  par le moyen du rayon  $Sanc$ , qui passe par le milieu de sa prunelle, & qui affecte le milieu de sa rétine  $c$ ; & il rapporte ce point rayonnant vers quelqu'un des principaux points du monde, à l'occident, par exemple. Comme l'Observateur se croit persévérément immobile: il regarde toujours comme *Occident*, le point d'où doit partir le rayon lumineux pour passer par le milieu de sa prunelle, & pour affecter le milieu de sa rétine. Par conséquent:

I°. Quand la prunelle  $a$  aura passé en  $b$ : l'observateur devra regarder comme occident le point  $M$ ; & comme nord, le point  $S$  qui n'a plus qu'une direction très-oblique vers sa prunelle.

L'Objet rayonnant  $S$  paroitra donc avoir quitté l'occident; & avoir reculé de tout l'arc  $MS$ , de l'occident au nord.

II°. Quand la prunelle  $a$  aura passé en  $c$ : l'observateur



doit regarder comme occident, le point O ; & comme orient, le point diamétralement opposé à sa prunelle, le point S.

L'objet rayonnant S paroitra donc avoir reculé de tout l'arc OMS, en allant de l'occident au nord, & du nord à l'orient ; & ainsi du reste de la révolution.

III°. Ce Corollaire sert à rendre raison d'un grand Phénomene astronomique : savoir, *pourquoi le Soleil & les Etoiles, quoiqu'immobiles, paroissent tourner chaque jour autour de la Terre ; tandis que c'est la Terre elle-même qui tourne chaque jour, avec tous ses habitans, sur son axe.*

753. REMARQUE. Ce même Corollaire sert encore à rendre raison d'une *Illusion optique* qu'on éprouve assez fréquemment. Par exemple, assis sur une barque & emporté rapidement par le courant d'un fleuve, fixez immobilement vos regards sur le rivage voisin : vous verrez le rivage s'enfuir derrière vous, avec une vitesse proportionnelle à celle de la barque qui vous porte.

La raison en est, que la lumière réfléchie par les objets qui bordent le rivage, tombent successivement sur différens points de votre rétine, laquelle participe au mouvement de la barque. D'où il s'ensuit, que tandis que vous vous regardez comme immobile dans votre barque, vous devez rapporter sans cesse le même objet, à de nouveaux points du ciel ou de l'horison. Par exemple (Fig. 118) :

Soit RS, le cours de la rivière, du couchant au levant. Votre œil en *ar*, frappé par le rayon *Tr* dans le milieu de sa rétine, rapportera l'objet T au nord. Votre œil en *dm*, se croyant toujours en *r*, frappé par le rayon *Tn* hors du milieu de sa rétine, jugera que l'objet T a reculé vers le couchant, d'une quantité correspondante à l'angle *mdn* ; ou que l'objet T a parcouru en avançant vers le couchant, l'espace VT.

754. COROLLAIRE IV. *Quand les Objets sont fort éloignés de l'œil ; la Vision doit devenir foible & confuse : l'œil ne doit plus saisir ni la vraie figure, ni la vraie position, ni le vrai éloignement des objets.*

EXPLICATION. La raison en est, que les différentes parties des objets fort éloignés, se présentent à l'œil sous de fort petits angles optiques ; se tracent dans la rétine sous des images très-petites & très-peu éclairées. Par exemple,

I°. Une *Tour carrée* paroît cylindrique, quand elle est vue de fort loin : parce que les rayons qu'elle réfléchit, allant toujours en se raréfiant & en s'affoiblissant à mesure

qu'ils s'éloignent du point réfléchissant, ne sont plus assez sensibles ni assez efficaces pour tracer nettement & distinctement dans l'œil, les angles qui la terminent : ce qui fait qu'elle se trace dans l'œil comme sans angles ; & par-là même comme cylindrique.

II°. Un Rang d'arbres en demi-cercle, paroît, dans un grand éloignement, être en droite ligne : parce que dans un grand éloignement, la lumière réfléchie par les arbres un peu plus éloignés, est sensiblement égale en densité, à la lumière réfléchie par les arbres un peu moins éloignés ; & que les Axes optiques qui vont se réunir à chaque point sensible de chaque arbre, sont trop peu différens en convergence, pour faire sentir que tel arbre est un peu plus ou un peu moins éloigné que tel autre arbre.

Les différentes causes qui nous font apprécier l'éloignement des Objets, n'ont donc pas assez de prise sur nous dans le cas dont nous parlons : pour nous faire sentir la différence d'éloignement, qu'il y a de nous à chaque arbre séparément pris, dans ce rang d'arbres circulaire. (747).

III°. Quand un Lustre, qui n'a qu'une seule bougie allumée, tourne sur lui-même vers le fond d'une grande Salle : la bougie qui tourne circulairement, paroît à un Spectateur placé fort loin à l'extrémité de cette salle, décrire alternativement une ligne droite sur le mur opposé.

La raison en est, que nous rapportons les objets à l'extrémité du rayon lumineux qui affecte notre œil ; & que la somme de tous les rayons lumineux qui affectent notre œil, pendant la révolution circulaire de la bougie allumée, se termine sur le mur opposé, en différens points qui forment sensiblement une ligne droite.

755. COROLLAIRE V. La Lumière qu'un Astre darde ou réfléchit dans nos yeux, doit être plus foible, quand l'astre est vers l'horison ; plus vive & plus forte, quand l'astre est vers le méridien. (Fig. 135).

EXPLICATION. La Terre est enveloppée d'une grande masse d'air, qui s'élève en se raréfiant, à environ 15 lieues au-dessus de sa surface ; & qui est toujours chargée, du moins dans sa partie inférieure, d'une grande quantité de vapeurs & d'exhalaisons. (665 & 614).

Soit T, le Globe terraqué : *vaxt*, l'Athmosphère qui enveloppe ce globe : S, le Soleil ou la Lune ou tel autre Astre dans l'horison : Z, le Soleil dans le méridien : *ma*, la hauteur de l'Athmosphère : *m*, un œil dirigé tantôt vers S & tantôt vers Z.

Il est évident que cet amas d'air, de vapeurs, d'exhalai-

sons, qui forme l'Athmosphère terrestre *uaxt*, doit d'autant plus affoiblir la lumière d'un astre, qu'il s'oppose en plus longue & plus volumineuse masse aux rayons de cet astre.

Or il est clair que lorsque le Soleil, par exemple, est dans l'horison *mnS*; il faut que ses rayons, pour aller éclairer un œil en *m*, traversent l'Athmosphère terrestre dans toute la longueur *mn*: au lieu que, lorsque le Soleil est vers le zénith dans le méridien *maZ*, ses rayons n'ont à traverser l'athmosphère terrestre que dans la longueur *am* beaucoup plus courte.

D'où il résulte que la *Lumière du Soleil dans l'horison*, doit être plus affoiblie, moins vive & moins forte, que dans le méridien. On peut dire la même chose de la Lumière de la lune, des planetes, des cometes, des étoiles.

#### L'ORGANE DE LA VUE.

756. OBSERVATION. L'Œil, ce globe admirable où se peint d'une manière ineffable la Nature visible, est un vrai *Télescope de réfraction*: télescope où se déploie toute la sagesse de l'Artiste suprême qui le forma.

Ce globe, ce télescope, cet organe de la vue, l'œil est principalement composé de *Tuniques*, pour l'envelopper; d'*Humeurs*, pour le rendre propre à réfracter convenablement la lumière; de *Nerfs*, pour le fléchir, pour l'allonger, pour le raccourcir, pour lui imprimer tous les mouvements nécessaires à ses fonctions.

757. DESCRIPTION I. Les principales *Tuniques de l'œil*, sont la cornée, la choroïde, la rétine. (*Fig. 101*).

I°. La *Cornée* est l'enveloppe la plus extérieure de l'œil, qu'elle embrasse dans tout son contour. Elle est sphérique & opaque: excepté dans la partie antérieure de l'œil, où elle est transparente & saillante en dehors *DPD*.

Selon M. Petit, célèbre Médecin & Anatomiste habile, dans l'Adulte, la cornée transparente est un segment de sphère, dont le diamètre est d'environ sept lignes; dont la corde est d'environ cinq lignes; & dont l'épaisseur est d'environ deux ou trois douzièmes de ligne.

II°. La *Choroïde* est la seconde tunique de l'œil, qu'elle embrasse aussi dans tout son contour: blanchâtre dans le fœtus, elle est d'un brun rouge dans l'adulte. Cette Tunique, opaque par sa nature, est percée au milieu d'une petite ouverture circulaire *vv*, qu'on nomme la *Prunelle*; & qui sert à donner passage à la lumière dans le fond de l'œil. La partie de la choroïde qui borde cette petite ouverture *vv*

& qui se montre variée de différentes couleurs sous la cornée transparente, se nomme l'*Iris*.

La *Choroïde* se resserre & s'étend, selon le besoin : pour augmenter ou pour diminuer le diamètre de la *Prunelle* ; & pour recevoir un plus ou moins grand volume de rayons  
A P C a.

III°. La *Rétine* est la troisième & dernière tunique de l'œil, qu'elle enveloppe dans toute sa partie interne r a s C. L'espace à peu près sphérique r a s C, enveloppé par la rétine, est un espace vuide.

La *Rétine* est transparente sous la *prunelle* : elle se montre noirâtre & hérissée d'une infinité de petits nerfs, dans le fond de l'œil r a s.

758. DESCRIPTION II. Les principales *Humeurs de l'œil*, celles qui contribuent à la réfraction convenable des rayons AP, sont l'humeur aqueuse, l'humeur cristalline, l'humeur vitrée. ( Fig. 101 ).

I°. L'*Humeur aqueuse* est une humeur claire, sereuse, limpide, assez semblable à une eau pure. Elle est placée entre la *Cornée* & la *Choroïde*, & renfermée entre deux membranes subtiles & transparentes. Sa figure est en *menisque*, convexe d'un côté & concave de l'autre : comme les *Verres* qui couvrent les montres.

II°. L'*Humeur cristalline*, ou simplement le *Crystallin*, est une espèce de *lentille solide* C, d'environ quatre lignes de largeur, convexe des deux côtés, placée sous l'humeur aqueuse & sous la *prunelle*.

Le *Crystallin* n'est point absolument nécessaire pour la vision : puisqu'il y a des personnes à qui on l'enlève totalement dans l'opération de la *Cataracte*, & qui voient très-bien après cette opération.

III°. L'*Humeur vitrée* est un corps fort transparent, plus visqueux que l'humeur aqueuse, moins solide que l'humeur cristalline, un peu concave dans sa partie antérieure où le *Crystallin* est logé comme un *diamant* dans son *chaton*, assez convexe dans sa partie postérieure qui regarde le fond de l'œil.

On remarque autour de ce corps transparent, de cette *Humeur vitrée*, un arc de *Fibres musculaires* : qui par leur contraction & par leur expansion, peuvent ou l'éloigner ou l'approcher & de la *prunelle* & de la *rétine*.

759. DESCRIPTION III. Les *Nerfs* sont des cordons blanchâtres de différente grosseur, susceptibles de contraction & d'expansion, principes du mouvement, organes ou sièges du sentiment. ( *Mét.* 794 ).

I°. L'Œil a ses *Nerfs*, principes du mouvement : par le moyen desquels il se meut de bas en haut, de haut en bas, de droite à gauche, de gauche à droite : par le moyen desquels il donne plus ou moins de largeur à sa Prunelle; il rend plus ou moins convexe la Cornée; il avance ou il recule les membranes où sont logées ses différentes Humeurs optiques, & principalement son Crystillin.

II°. L'Œil a ses *Nerfs*, organes du sentiment. Le principal de ces nerfs, le seul qui mérite ici une attention à part, c'est le nerf optique *O r s*, où s'opere la vision.

Le *Nerf optique* part du cerveau, divisé en une foule de ramifications; & va s'épanouir dans le fond de l'œil en une infinité de petits cordons, que le Microscope représente comme les poils d'un velours.

Ce *Velouté* réside dans la Rétine : selon l'opinion la plus générale. Il réside dans la Choroïde, placée sous la Rétine transparente & sans couleur, selon l'opinion de M. le Car: opinion rejetée & fortéement combattue par M. Haller, & par plusieurs autres Anatomistes célèbres.

#### ARTIFICE DE LA VISION.

760. OBSERVATION. Pour que la *Vision* ait lieu; il faut que les rayons dardés ou réfléchis par les Objets sensibles, tracent, par leur coïncidence, une image nette & distincte de ces objets dans le fond de l'œil, sur le Nerf optique: soit que ce nerf optique réside dans la Rétine; soit qu'il réside dans la Choroïde contiguë à la rétine. Par exemple, (*Fig. 101*):

Le Cône lumineux *AP*, composé de rayons divergens, n'iroit jamais coïncider & former une image dans le fond de l'œil au point *a*: si ces rayons divergens n'effuyoient pas dans l'œil, des réfractions propres à leur donner un point commun de réunion & de concours. La nature & la configuration de l'œil, leur procure cette condition essentielle à la Vision: comme nous allons l'expliquer.

I°. La Cornée & l'Humeur aqueuse sont pour la lumière, des milieux plus facilement pénétrables que l'air. Les Rayons *AP*, qui passent obliquement de l'air dans ces milieux, s'approchent donc de leur Perpendiculaire *PC*: laquelle, dans un Milieu convexe, est une ligne droite menée du point d'incidence au centre de courbure. (403 & 408).

Ces *Rayons divergens AP* essuient donc d'abord en entrant dans l'œil, une première Réfraction qui les rapproche les uns des autres, & les conduit plus condensés dans la Prunelle *C*.

II°. Le Chrystillin *C* est pour la Lumière, un Milieu encore plus facilement pénétrable que l'Humeur aqueuse: comme

comme le Verre est pour elle un Milieu plus facile & moins résistant que l'Eau.

Ce *Cryſtallin*, dont la configuration est lenticulaire, fait donc encore la fonction d'une Lentille, qui réfractant fortement les rayons APC, les rapproche considérablement les uns des autres, les rend *Convergens* dans la direction CN; & les feroit coïncider en N, avant d'arriver sur le fond de l'Œil.

III°. L'Humeur vitrée, placée sous le *Cryſtallin*, est pour la lumière un Milieu moins dense & moins facilement pénétrable que le *Cryſtallin*. Les *Rayons trop convergens CN* esfuient donc dans ce nouveau Milieu, une *nouvelle Réfraction* qui les rend moins convergens & qui les écarte assez pour les faire coïncider précisément en *a* sur le fond de l'œil.

C'est par cet admirable Mécanisme, que l'Objet A est peint dans le fond de l'Œil. Et l'Ame apperçoit l'*image de cet Objet*: à l'occasion & par le moyen de l'ébranlement que produit cette touffe de Rayons coïncidens, sur les fibres infiniment délicates & sensibles du Nerf optique, lesquelles ne sont autre chose que le Velouté qu'on observe au fond de l'œil.

IV°. De même, de chaque point de l'Objet ADB, partent des faisceaux de *Rayons divergens*, que l'Œil réfracte, rend convergens, & fait coïncider sur différens points distincts de sa Rétine. (Fig. 117).

Le point A va se peindre en *a*, par le rayon réfracté ARa. Le point D va se peindre en *d*, par le rayon réfracté DRd. Le point B va se peindre en *b*, par le rayon réfracté BRb.

On peut dire la même chose, de chaque point sensible de l'Objet. Chaque point de l'objet, va se peindre sur un point à part de la Rétine *adb*, par le moyen du cône lumineux qu'il réfléchit sur l'œil; & que l'Œil réfracte & fait coïncider en un même point: assez semblable en cela, à une Loupe ou à une Lentille de verre. Par-là, tout l'Objet visible a son *image nette & distincte* au fond de l'Œil: où l'ame l'apperçoit à l'occasion de l'ébranlement sensible qui y est produit par les rayons qui la tracent.

V°. On conçoit par-là, comment une foule d'Objets, sont *vus à la fois sans confusion*. La raison en est, que chaque objet, placé hors de l'œil en différens points de l'espace, trace nécessairement son image sur différens points de la rétine.

Un objet placé en A, ne peut se peindre qu'en *a*. Un autre objet placé en B, ne peut se peindre qu'en *b*. Cent objets intermédiaires ne peuvent se peindre que sur tout autant de points intermédiaires de la Rétine *adb*: avec des distances dans la rétine, proportionnées aux angles sous lesquels

Les rayons par eux dardés ou répercutés viennent se réfracter dans l'œil.

Quand ces Objets, à raison de leur petitesse ou de leur éloignement ou de leur défaut de clarté suffisante, font une impression trop faible ou tracent une image trop petite dans l'œil : alors ils cessent ou ils manquent d'être visibles. L'Âme ne les voit point : parce qu'ils ne font point sur les fibres de la rétine, une impression assez nette & assez sensible pour exciter l'attention de l'ame. (728, 741, 754).

VUE MYOPE, ET VUE PRESBYTE.

761. OBSERVATION. Tous les yeux n'ont point précisément une même grandeur & une même configuration de parties : de-là la *différence des Vues*. Les uns ont la Cornée plus convexe, les autres plus aplatie : de là, une inégale inflexion dans les mêmes rayons, lesquels se réfractent d'autant plus fortement, que le milieu réfractant est plus convexe & plus oblique à leur incidence. Le Crystallin est aussi vraisemblablement, dans les différens Sujets, comme une Lentille plus ou moins grande, plus ou moins convexe, plus ou moins propre à réfracter les rayons & à grossir les objets. D'où il s'ensuit que les *mêmes Objets* ne doivent point être toujours aperçus avec la même clarté & sous la même grandeur absolue, par différentes Personnes.

Dans cette *diversité de Vues*, nous n'en considérerons que trois : celle des Myopes ; celle des Presbytes ; & celle qui réunit les avantages de ces deux Vues opposées, sans en avoir les défauts. (Fig. 101).

1°. Les *Myopes* voient clairement les objets prochains ; & confusément les objets éloignés. Cela vient de ce que leur œil est comme une *Loupe fort convexe*, qui réfracte fortement les rayons.

Les rayons qui viennent de chaque point d'un *Objet fort prochain* ou fort peu éloigné, ont beaucoup de divergence.

L'Œil myope, très-convexe dans sa cornée DPD, ou dans son cristallin C, réfracte fortement les rayons divergens AP ; les fait coïncider précisément en *a* sur la rétine ; & la vision est nette & distincte (734 & 760).

Les rayons au contraire qui viennent de chaque point d'un *Objet fort éloigné*, ont peu de divergence. L'Œil myope, réfractant fortement les rayons très-peu divergens AP, les fait coïncider en N : d'où ils vont divergens s'éparpiller sur la rétine, sans y produire une impression nette & isolée ; & la Vision est faible, confuse, nulle.

Les Myopes ont besoin, pour voir les Objets trop éloignés

gnés de leur œil, d'un *Verre concave* : qui augmentant la divergence des rayons peu divergens AP, avant qu'ils arrivent sur l'œil, les écarte suffisamment, pour qu'après leur réfraction ils puissent coïncider précisément sur la rétine en *a*.

II°. Les *Presbytes* voient clairement les objets éloignés, & confusément les objets prochains. La raison en est, que leur œil plus applati est comme une *Loupe peu convexe*, qui ne réfracte que fort peu les rayons.

Les rayons AP, qui partent de chaque point d'un *Objet fort éloigné*, ont très-peu de divergence. L'Œil presbyte, en les réfractant foiblement, les fait coïncider précisément en *a* sur la rétine; & la Vision est nette & distincte.

Les rayons au contraire qui partent de chaque point d'un *Objet peu éloigné*, ont beaucoup plus de divergence. L'Œil presbyte, en réfractant foiblement ces rayons divergens AP, ne les ferait coïncider qu'en M au-delà de la rétine. Ces rayons APM arrivent donc sur la Rétine, divisés & éparpillés; & n'y font point une impression commune & réunie. D'où il arrive que la Vision, toujours attachée à une impression faite sur un même point de la Rétine, par les rayons qui partent d'un même point de l'Objet visible, est foible, confuse, nulle.

Les *Presbytes* ont besoin, pour voir les Objets fort peu éloignés, d'un *Verre convexe* : qui diminuant la divergence des rayons trop divergens AP, avant qu'ils entrent dans l'œil, supplée au défaut de vertu réfractante qui manque à l'œil; donne une convergence à ces rayons AP; & les dispose à aller coïncider précisément en *a* sur la rétine, après les nouvelles réfractions qu'ils subissent dans les Humeurs de l'œil.

III°. Un Œil parfaitement bien conformé est celui qui voit distinctement de près & de loin : ayant la puissance de se métamorphoser alternativement en Œil myope ou alongé, quand il regarde des objets peu éloignés; & en Œil presbyte ou applati, quand il fixe des objets très-éloignés.

Cette puissance de s'alonger ou de se raccourcir, réside principalement dans les muscles & dans les fibres ciliaires qui environnent le *Crystallin*; & qui vraisemblablement peuvent l'approcher ou l'éloigner de la Cornée. Les fibres & les muscles qui aboutissent aux Tuniques & aux Membranes de l'œil, peuvent aussi probablement donner à ce merveilleux Organe, un peu plus ou un peu moins de convexité, selon le besoin : soit en rendant un peu plus convexe & plus alongée la Cornée DPD; soit en rendant un peu plus concave & un peu plus réculée la Rétine *ras*, où se tracent les images des Objets.



## LA RÉFRACTION ASTRONOMIQUE.

762. DÉFINITION. On nomme *Réfraction astronomique*, l'inflexion que reçoit la lumière des astres, en traversant l'Athmosphère terrestre (755) : quand elle l'atteint obliquement (Fig. 135).

I°. L'Athmosphère qui environne & enveloppe notre globe, est un Milieu sensiblement sphérique, plus facilement pénétrable pour la Lumière (quelle qu'en soit la cause) que l'espace placé au-delà de cette athmosphère : *la Lumière, en pénétrant obliquement dans ce nouveau Milieu, doit donc éprouver une réfraction assez semblable à celle qu'elle essuie en passant obliquement de l'air dans l'eau.* (408).

Par exemple, le rayon  $Sn$  s'approchera donc de sa perpendiculaire, laquelle est une ligne droite  $nT$ , menée du point d'incidence sur l'athmosphère  $n$ , au centre de courbure de cette même athmosphère, qui est le centre même de la terre.

II°. L'Athmosphère qui enveloppe la terre, n'est point par-tout d'une égale densité : les couches voisines de la surface du globe sont considérablement plus denses que les couches supérieures, lesquelles vont en se raréfiant de plus en plus, depuis les plus basses jusques aux plus hautes (662). Si la Vertu réfractante de l'Athmosphère est proportionnelle par-tout à la différente densité de ses diverses couches, ce qui est assez vraisemblable : *la Lumière, en traversant toutes ces couches de l'Athmosphère, essuiera une réfraction toujours croissante ; depuis les couches les plus hautes jusques aux couches les plus basses.*

Par conséquent ; si nous supposons l'Athmosphère divisée en couches concentriques : le rayon oblique  $Rb$ , en se réfractant dans les différentes couches de l'Athmosphère, décrira la ligne courbe  $b d m$ , s'approchant toujours de plus de ses perpendiculaires successives  $bT$  &  $dT$ , à mesure que le Pouvoir réfractant augmente avec la densité des couches ; & l'astre  $R$ , d'où vient le rayon  $Rb d m$ , sera vu en  $r$  par un œil placé en  $m$ . (731).

III°. La Réfraction va en décroissant, depuis l'horison jusqu'au zénith de l'Observateur.

La raison en est, que le rayon par lequel l'Observateur voit cet astre s'élever de l'horison au zénith, traverse une d'autant moindre portion  $nm$  &  $am$  de l'athmosphère, que l'astre est plus près du zénith.

IV°. La Réfraction est la même pour tous les Astres, plus ou moins lumineux ou illuminés, plus ou moins voi-

ains ou éloignés de la Terre, qui ont une même hauteur sur l'horison.

La raison en est, que la Réfraction ne dépend, ni de l'éloignement de l'astre, ni de la quantité de sa lumière; mais simplement & uniquement de l'Atmosphère qui exerce son Pouvoir réfractant sur le rayon quelconque qui la pénètre: quelles que soient la source & la densité de ce rayon.

V°. la Réfraction d'un même astre, au même point du ciel, n'est point parfaitement constante, ou égale à elle-même.

La raison en est qu'elle doit participer à toutes les variations de la cause réfractante, qui est l'air tantôt plus ou moins dense, tantôt plus ou moins chargé d'exhalaisons & de vapeurs.

VI°. Il conste par les observations astronomiques, que la Réfraction est d'environ 33 minutes en S & en R, dans l'horison; d'environ trois minutes & demie, en s & r, à 15 degrés au-dessus de l'horison; d'environ une minute en N, à 45 degrés au-dessus de l'horison; d'environ dix secondes en M, à 80 degrés au-dessus de l'horison; & qu'elle est totalement nulle en Z dans le zénith.

#### LES CRÉPUSCULES.

763. DÉFINITION. Le Crépuscule est cette lumière qui augmente ou qui diminue par degrés insensibles, le matin, depuis la pointe du jour, jusqu'au lever du soleil; & le soir, depuis le coucher du soleil, jusqu'à la nuit close. On donne communément le nom d'*Aurore*, à la lumière qui précède le lever du soleil; & le nom de *Crépuscule*, à celle qui suit son coucher.

Il conste par les Observations, que le Crépuscule commence & finit; quand le soleil est à environ 18 degrés sous l'horison; c'est-à-dire, une heure & douze minutes avant son lever & après son coucher: mais que cette durée du *Crépuscule*, est plus grande dans les Solstices, que dans les Equinoxes; dans la Sphere oblique en Europe, par exemple, que dans la Sphere droite sous l'Equateur.

EXPLICATION. Soit le Soleil faisant sa révolution réelle ou apparente sous l'Horison RTS, depuis minuit jusqu'à son lever. (Fig. 135).

I°. Il est clair que le Soleil, placé sous Tt ou sous Tx, dans le Nadir ou non loin du nadir, ne peut darder dans l'œil placé en a aucun de ses rayons: qui sont tous arrêtés & interceptés par la masse opaque de la Terre T.

II°. Le Soleil passe successivement dessous l'horison RTS,

de R vers G. Arrivé en G, à environ 18 degrés sous l'horison S, il darde en tout sens sur l'Atmosphère terrestre des rayons divergens; qui ayant différens degrés de Réfrangibilité, s'y réfractent inégalement, les uns plus & les autres moins. (696).

Parmi les rayons que darde le Soleil, du point G: nous ne considérerons que la touffe de rayons Gn, qui seule peut s'infléchir vers l'œil placé en m. Parmi ces rayons Gn, les plus réfrangibles & les plus réfractés commencent à se porter en très-petit nombre dans l'œil m, par la ligne courbée Gnm: tandis que les moins réfrangibles, moins réfractés & moins infléchis, vont se perdre au-dessus de l'œil en a. L'œil m commence donc à recevoir avec satisfaction une foible impression de lumière, qui le prépare à l'heureux retour de l'astre qui doit éclairer & vivifier la Nature.

Ces Rayons plus réfrangibles & plus réfractés tombent sur les Objets terrestres, qui les répercutent dans l'œil m; & cet œil commence à distinguer les objets qui sont très-près de lui.

III°. A mesure que le Soleil avance de G en S; la Lumière augmente successivement sur la surface terrestre où l'œil est placé: parce qu'à proportion que le soleil s'approche de l'horison, les rayons moins réfrangibles qui alloient se perdre dans l'atmosphère au-dessus de l'horison, se réfractent & s'infléchissent suffisamment pour se porter sur l'horison conjointement avec les rayons plus réfrangibles.

D'où il arrive que les Objets terrestres reçoivent déjà une abondante quantité de rayons qu'ils réfléchissent, & qui les rend plus visibles.

IV°. Les rayons réfractés du Soleil, quand cet astre est encore un peu trop enfoncé sous l'horison, donnent une lumière déjà suffisante pour annoncer son prochain retour, & pour éclairer totalement les objets terrestres; sans tracer encore dans l'œil l'image même du Soleil.

La raison en est, que ces rayons, inégalement réfractés & trop éparpillés, n'arrivent point encore dans l'œil avec la densité & avec la combinaison convenables pour tracer dans la rétine l'image de cet astre: image qui doit résulter d'une impression faite par des rayons assez denses, & combinés à peu près de même qu'ils le sont en partant du Soleil.

V°. Le Crépuscule du soir, est communément un peu plus long que celui du matin: parce que l'Atmosphère, échauffée & dilatée pendant le jour, refroidie & condensée pendant la nuit, a plus de hauteur le soir que le matin; & que la durée de la Réfraction astronomique est toujours

fenfiblement proportionnelle à la hauteur du Milieu où elle se fait.

VI°. Le Crépuscule est plus long dans les solstices, que dans les équinoxes; toutes choses étant supposées égales d'ailleurs: parce que dans les solstices, la Lumière traversant plus obliquement l'Atmosphère, est exposée pendant un plus long trajet, à l'action du *Pouvoir réfractant* de l'Atmosphère; & que d'ailleurs il faut bien plus de tems au Soleil pour s'enfoncer d'environ dix-huit degrés sous l'Horizon RTS, par un mouvement oblique, que par un mouvement perpendiculaire à l'Horizon.

De là, une bien moins grande *durée du Crépuscule*, sous l'Equateur & près de l'Equateur, que dans les Zones tempérées, & sur-tout dans les Zones glaciales.

VII°. Il seroit inutile de s'arrêter ici à exalter la sagesse & la bienfaisance de la Providence, dans le phénomène que nous venons d'expliquer.

Tous le monde fait que le Crépuscule, en nous faisant passer par degrés insensibles, de la plus grande lumière aux ténèbres, & des ténèbres à la plus grande lumière, ménage la délicatesse de nos yeux, prolonge la durée de nos journées, nous prépare avantageusement & à l'absence & au retour du flambeau du monde.

Personne n'ignore que les Peuples voisins des Poles, doivent à cette salutaire réfraction de la Lumière, ces belles nuits, ces nuits assez semblables à nos crépuscules, qui les consolent & les dédommagent, pendant cinq ou six mois chaque année, de l'absence totale & permanente de l'astre du jour: absence dont nous expliquerons ailleurs la cause physique. (770 & 772).





# ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE.

## DIXIÈME TRAITÉ.

### THÉORIE DU CIEL.

764. OBSERVATION. **A**BSTRACTION faite du Soleil, qui semble faire un astre à part : on divise les Astres, en étoiles fixes, en planetes, en cometes.

I°. On nomme *Etoiles fixes*, les astres qui sont lumineux par eux-mêmes ; & qui conservent toujours entre eux, un même rapport de distance.

Un groupe ou un certain nombre d'étoiles, s'appelle *Constellation*.

II°. On nomme *Planetes*, certains astres opaques, qu'on voit errer constamment dans la région du Ciel ; tantôt s'approchant & tantôt s'éloignant de différentes Etoiles fixes.

De-là, le nom de Planetes : du mot grec *πλανητης*, qui signifie errant : *Astra errantia*.

III°. On nomme *Cometes*, certains astres opaques, comme les planetes, qui paroissent dans le Ciel pendant un tems plus ou moins considérable ; & qui disparoissent ensuite pendant un tems beaucoup plus long, pour reparoitre encore & disparoitre, selon l'exigence de leur révolution réguliere & périodique autour du Soleil.

Ces astres, qui ne sont pas toujours visibles comme les planetes, traînent communément dans le Ciel une grande queue en forme de chevelure, qui leur a fait donner le nom de Cometes. De *κομητης*, *Cometa* ; astre à chevelure, *Astra comata*.

765. REMARQUE. Trois grands Hommes, dans ces derniers siècles, ont principalement contribué à porter l'Astronomie à ce point de perfection où elle se trouve aujourd'hui en Europe: Copernic, qui trouva le vrai Système du monde, ou le vrai arrangement des Corps célestes; Kepler, qui découvrit les vraies Loix de leurs mouvemens; Newton, qui dévoila les vraies Causes physiques de ces révolutions & de ces mouvemens.

I°. Avant Copernic, on faisoit tourner bizarrement le soleil, les planetes, les étoiles, autour de la Terre immobile au centre du firmament. De-là résulroit dans les astres, une marche révoltante, une marche diamétralement opposée à toute théorie du Mouvement.

Copernic mit la Terre à sa vraie place, au rang des planetes; plaça le Soleil immobile au centre du monde planétaire; fit des Etoiles, tout autant de Soleils immobiles, destinés à éclairer d'autres planetes, ou d'autres astres opaques errans autour de chacun d'eux.

II°. Avant Kepler, même depuis Copernic, on ne connoissoit point ou on ne connoissoit que fort mal la marche des Planetes, que l'on supposoit circulaire.

Kepler découvrit que les Planetes, tantôt plus & tantôt moins éloignées du Soleil, faisoient leurs révolutions périodiques autour de cet astre, non dans des cercles, mais dans des ellipses: selon deux Loix générales qui soumettoient au calcul tous leurs mouvemens, & dont Newton a su faire un si grand usage.

III°. Avant Newton, même depuis Copernic & Kepler, on ignoroit la Cause ou le Principe physique, qui retient les Planetes dans leur orbite, pendant leur révolution autour du Soleil.

Newton découvrit que c'étoit leur Pesanteur ou leur Gravitation vers le Soleil, centre commun de leurs mouvemens; démontra que cette gravitation ou pesanteur dans une même Planete, par exemple, dans la Terre ou dans Jupiter, étoit toujours en raison inverse des *quarrés des distances* de la Planete au Soleil; & que de l'influence de cette pesanteur ou gravitation des Planetes vers le centre du Soleil, naissoient & découloient tous les grands phénomènes célestes.

Nous nous bornerons, dans cet Ouvrage élémentaire, à bien montrer & à bien établir ce qui concerne le Système de Copernic, les Vuides de Newton, & les Loix de l'Attraction universelle.

## PREMIERE SECTION.

LE SYSTÈME DE COPERNIC, OU LE VRAI SYSTÈME  
DU MONDE.

766. OBSERVATION. **A**RISTARQUE de Samos, Pythagore, & quelques autres Philosophes de la célèbre Antiquité, avoient soupçonné que le Soleil devoit être immobile au centre du Monde planétaire; & que la Terre devoit être une planete errante autour du Soleil. Mais cette Opinion, mal présentée, mal développée, mal combinée, avoit paru un simple rêve; & en avoit eu le sort, un oubli total. Un grand homme l'examina, l'approfondit, la mit dans son vrai jour, au commencement du seizieme siecle; & ce qui avoit été anciennement dédaigné comme un rêve, a été enfin généralement adopté dans ces derniers siecles, comme le vrai systême du monde.

Ce grand homme fut *Copernic*, né à Thorn dans la Prusse royale, & ensuite chanoine de Varmie. Voici, en peu de mots, son idée, qui sera plus amplement développée dans toute la suite de cette premiere Section. (Fig. 124).

I°. *Au centre sensible du Monde planétaire*, est situé le Soleil immobile *F*, centre commun de tous les mouvemens des Planetes.

Les Etoiles sont tout autant de Soleils immobiles: autour desquels tournent vraisemblablement des planetes semblables à celles qu'éclaire & qu'échauffe notre Soleil.

II°. *Autour du Soleil immobile F*, se fait la révolution des six Planetes principales, qui sont Mercure, Venus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne.

La Terre *T* a une lune, Jupiter *I* en a quatre, Saturne *S* en a cinq, qui font leurs révolutions à part autour de leur Planete: tandis que la Planete qui les entraîne avec elle, fait sa révolution plus ou moins lente autour du Soleil.

III°. La *Terre-planete T* a trois mouvemens différens, savoir:

Un *Mouvement diurne*, d'occident en orient, autour de son axe toujours sensiblement parallele à lui-même; en vertu duquel tout le Ciel paroît tourner en un sens contraire, d'orient en occident, dans l'espace de vingt-quatre heures. (Fig. 127):

Un *Mouvement annuel*, dans l'Ecliptique & selon l'ordre des Signes *a b c d e f g h a*; en vertu duquel le Soleil im-

mobile paroît parcourir l'Ecliptique selon l'ordre des Signes ; dans l'espace d'un an :

Un *Mouvement rétrograde* dans tous les points de sa masse, d'orient en occident & parallèlement à l'Ecliptique ; mouvement fort lent, en vertu duquel toutes les Étoiles, quoiqu'immobiles, paroissent avancer chaque année selon l'ordre des Signes, s'approcher ou s'éloigner d'une petite quantité de l'Équateur, & faire une révolution entière selon l'ordre des Signes, autour des poles P & O de l'Ecliptique, dans l'espace de 25740 ans.

IV°. Ainsi, selon Copernic, le Soleil est fixe & stable en S, au centre sensible du Firmament, ou de la région des étoiles ; & la Terre T ou E, en faisant chaque jour une *Révolution autour de son axe vx*, d'occident en orient, fait chaque année une autre *Révolution autour de l'Ecliptique EC*, d'occident en orient, selon l'ordre ou la suite des Constellations *h a b d n g h*, qui se trouvent répandues dans le Zodiaque. (Fig. 127).

Le *Zodiaque* est, dans le Firmament, une grande zone circulaire, d'environ 16 degrés de largeur, coupée par le milieu dans toute sa circonvolution par l'Ecliptique, ou par la courbe ECE que décrit en un an le centre de la Terre-planete. Dans cette zone circulaire sont renfermées les différentes courbes de toutes les Planetes principales, qui y coupent chacune obliquement l'Ecliptique sous des angles de différente grandeur.

V°. Copernic pensoit que les orbites *m n m*, TDT, KIK, des différentes Planetes, étoient des Cercles : les observations postérieures ont démontré que ces orbites sont des *Ellipses*. (Fig. 124).

Mais le même arrangement ou le même ordre de choses, qu'il avoit supposé au Monde planétaire dans des Cercles, reste & subsiste dans les Ellipses qu'on leur a substituées. (Math. 738, 749, 757, 767).

#### PROPOSITION I.

767. Si on transforme le mouvement circulaire en mouvement elliptique : le système de Copernic quadre parfaitement avec tous les Phénomènes astronomiques.

DÉMONSTRATION. Pour établir & pour démontrer la vérité de cette Proposition fondamentale ; il ne s'agit ici, comme on voit, que de donner une explication satisfaisante des différens Phénomènes célestes : explication si simple & si naturelle dans le système de Copernic, si absurde & si révoltante dans tout autre système.



Parmi ces Phénomènes célestes, nous nous réduirons à expliquer ici les plus frappans & les plus intéressans ; & nous laisserons à l'écart quelques uns de ceux qui moins sensibles & plus compliqués, exigeroient une trop grande quantité de Figures particulières à graver.

Les phénomènes que nous allons montrer, suffiront pour faire bien sentir que ce système est le vrai système du Monde ; & on pourra voir, si l'on veut, dans le quatrième volume de notre Cours complet de Physique, ceux dont nous ne faisons ici aucune mention.

### P R E M I E R P H É N O M È N E .

768. *Le mouvement diurne de tout le Ciel ; ou la vicissitude périodique du Jour ou de la Nuit.* (Fig. 132).

EXPLICATION. Pour que ce phénomène ait lieu : il faut nécessairement ; ou que, dans l'espace de 24 heures, tous les Corps célestes fassent une révolution entière d'orient en occident, autour de la Terre immobile ; ou que dans le même tems, tous les Corps célestes étant regardés comme immobiles, la Terre fasse une simple révolution sur elle-même, d'occident en orient, autour de son axe toujours confondu avec l'axe du monde. Il est clair que dans l'une & dans l'autre supposition, les apparences de mouvement, dans les Corps célestes, seront parfaitement les mêmes : ainsi que nous l'avons fait voir & sentir précédemment. (752).

I°. Dans le système de la *Terre immobile* : ce phénomène exige dans tous les Corps célestes, & sur-tout dans les Etoiles, un mouvement réel, dont la vitesse est plus qu'inconcevable, dont l'uniformité & la précision sont encore infiniment plus surprenantes.

II°. Dans le système de la *Terre mobile autour de son axe* : ces mouvemens, dont la rapidité révolte, dont la précision & l'uniformité paroissent tenir du miracle, ne sont que de simples apparences, de pures illusions optiques. Il n'y a d'autre mouvement diurne, qui soit réel, que celui de la Terre autour de son axe, d'occident en orient.

Pour rendre sensible l'explication de ce phénomène : soient le Soleil immobile en S ; une Etoile immobile en Y ; une Planète considérée comme immobile pendant 24 heures en Z.

Que la Terre placée en P, dans le plan de l'Ecliptique, fasse une révolution sur son axe DPF, dans la direction ABA, d'occident en orient. Comme une moitié de la surface terrestre est toujours éclairée par le Soleil : il est clair qu'un homme placé en A, tandis que la Terre fait une révo-

lution sur elle-même & sur son axe, se trouvera successivement,

*Au commencement du Disque éclairé*; & alors le soleil S, la planète Z, l'étoile Y, seront dans son horizon oriental; & paroîtront se lever pour lui;

*Au milieu du Disque éclairé*; & alors les trois mêmes corps, quoiqu'immobiles, sembleront avoir passé de l'orient à son méridien:

*A l'extrémité du Disque éclairé*; & alors les trois mêmes corps, toujours immobiles, auront passé de son méridien à son couchant:

*Au milieu du Disque ombreux ou ténébreux en A*; & alors les trois mêmes corps, encore immobiles, seront réputés être vers son nadir, pour reparoître six heures après, dans son horizon. (752).

Donc le système de Copernic rend raison, de la manière la plus simple & la plus satisfaisante, de la *Révolution diurne du Ciel*: révolution inconcevable & révoltante dans le système de la Terre immobile.

769. REMARQUE. Si la Terre est immobile en S: il est évident que toutes les Etoiles font chaque jour une révolution autour de la Terre, en décrivant une courbe BAB, CDC, GDG, EHE, FOF, dont le rayon SA, sous l'Equateur, est au moins de 2,800,000,000,000 lieues. (Fig. 127).

I. Si on applique le calcul à la vitesse que devoient avoir les Etoiles qui font leur révolution diurne dans le plan de l'Equateur ABA: on fera pleinement convaincu du mouvement de la Terre, & de l'immobilité du Ciel étoilé.

Car, supposant à ces Etoiles, la vitesse constante d'un boulet de canon qui bat en breche (391): on trouvera qu'il faudroit aux Etoiles les plus voisines de la Terre, plus de 11349000 ans, plus de 4142385000 jours, pour faire une simple révolution diurne autour de la Terre dans le plan de l'Equateur.

Il faudroit donc que parmi les Etoiles qui font leurs révolutions diurnes dans le plan de l'Equateur, celles qui sont les plus voisines de la terre, celles qui ont le mouvement le plus lent, eussent une vitesse au moins 4,142,385,000 fois plus grande que celle d'un boulet de canon qui bat en breche.

Que penser d'une vitesse aussi révoltante & pour l'imagination & pour la raison: quand il est évident qu'une simple révolution de la Terre autour de son axe, d'occident en orient, peut produire tous les phénomènes qu'on vou-

droit faire découler de la révolution diurne des étoiles autour de notre globe, d'orient en occident ?

II°. Mais quelle *Force centrale* peut-on imaginer : pour déterminer ces Etoiles à se mouvoir en ligne courbe autour de la terre, contre l'exigence de tout mouvement qui tend à s'effectuer en ligne droite ?

Comment arrive-t-il d'ailleurs que toutes les Etoiles GCBHO, en décrivant chaque jour des cercles les uns plus grands BAB, & les autres plus petits CDC & OFO, parcourent toutes des arcs semblables de leurs cercles inégaux, en tems égaux ; commencent & finissent toutes leurs révolutions diurnes précisément en 23 heures 56 minutes & 4 secondes de tems ?

Comment arrive-t-il sur-tout, que les Etoiles qui parcourent aujourd'hui un plus grand cercle BAB, décroissent en vitesse en passant dans un plus petit cercle CDC ou GPG ; & que celles qui parcourent aujourd'hui un plus petit cercle CDC ou GPG, augmentent en vitesse en passant dans un plus grand cercle BAB ?

Il est clair que si cette révolution diurne des Etoiles est réelle, & non simplement apparente : on ne conçoit encore rien dans la théorie du Mouvement, qui est cependant si rigoureusement démontrée.

III°. Commençons donc ici à soupçonner une *Illusion optique*, dans tous les mouvemens que nous observons dans les Etoiles : puisque leur mouvement le plus simple & le plus frappant, ne peut être réel ; sans révolter la raison, sans être incompatible avec toutes les Loix du mouvement & de la Physique. (752).

#### SECOND PHÉNOMÈNE.

770. *La vicissitude périodique des Saisons ; ou la Révolution annuelle & périodique du Soleil dans le Zodiaque.*

EXPLICATION I. Si la Terre est immobile en S : il est évident que le Soleil ETCE fait chaque jour une *Révolution spirale* autour de la Terre : avançant tantôt du midi au nord ; tantôt du nord au midi, toujours selon l'ordre des Signes. (Fig. 127).

Ces Spires continues, commencées au signe du Capricorne E, par exemple, passent successivement par tous les degrés suivans de l'Ecliptique, du midi au nord, jusqu'au commencement du signe du Cancer C.

Là le Soleil change de direction, sans qu'on puisse soupçonner, ni pourquoi, ni comment. Il reprend ses Spires journalières, en un sens opposé, du nord au midi, en passant sur tous les degrés suivans de l'Ecliptique, depuis

le Cancer jusqu'au commencement du Capricorne.

Là il est de nouveau arrêté & répercuté du midi au nord ; contre toutes les Loix du mouvement ; en vertu desquelles il devrait continuer à l'infini à se mouvoir , ou vers le pole boréal , ou vers le pole austral ; selon la direction du mouvement qui le porte du Capricorne au Cancer, ou du Cancer au Capricorne.

Tout est absurde & révoltant dans ces mouvemens , dans le systême de la Terre immobile : tout est simple & naturel dans ces mêmes mouvemens , dans le systême de la Terre-planete.

EXPLICATION II. Pour rendre sensible l'explication de ce grand Phénomene, dans toutes ses dépendances : soit PQ RTP ; l'Écliptique ; CSX, l'Équateur sur le plan duquel tombe toujours perpendiculairement l'axe de la Terre prolongé. Que les circonférences de ces deux cercles, de l'écliptique & de l'équateur , s'entre coupent en deux points P & R ; & que le plan de l'écliptique décline au nord & au midi de l'équateur : en telle sorte que les arcs CE & MX , qui séparent ces deux cercles , soient chacun d'environ 23 degrés & demi. ( Fig. 132 ).

Dans cette hypothese si simple & si naturelle , que la Terre-planete , en vertu de ses deux Forcés conspirantes , de sa force projectile & de sa force centripete ( 361 & 362 ), fasse sa révolution annuelle PQ RTP autour du Soleil S , d'occident en orient : ayant toujours son axe prolongé *hh* , *mm* , *nn* , *oo* , *rr* , parallèle à lui-même & perpendiculaire au plan de l'Équateur CSX.

Cet Axe de la Terre , indéfiniment prolongé dans le Ciel ; décrira autour du Soleil & autour des Pôles du monde , un immense cylindre dont le diametre sera égal à la distance de la terre au soleil , prise deux fois. Il sera facile , d'après ces idées & d'après ces images , qu'il faut bien saisir & ne point perdre de vue , de rendre raison du phénomène dont il est ici question. ( 751 ).

I°. Quand la Terre est en P sous la balance C ; le Soleil est vu en X dans le bélier : on a le commencement du printems.

Que la terre en P , placée dans l'interfection de l'écliptique & de l'équateur , & par-là même dans le Plan de l'équateur , fasse une révolution sur son axe DF*h*. L'axe du cône lumineux qui l'éclaire , sera perpendiculaire à l'axe DPF : les deux poles terrestres D & F seront atteints par le cône lumineux DSF : tous les points de la surface terrestre seront successivement éclairés , seront exposés pendant douze

heures à la lumière du soleil, & privés pendant douze heures de cette même lumière. Les jours seront égaux aux nuits dans toute la Terre.

II°. Quand la Terre sera en Q sous le capricorne E, le soleil sera vu en M sous le cancer : on aura le commencement de l'été. Dans cette position de la Terre, l'axe du cône lumineux qui l'éclaire, est oblique à l'axe terrestre  $DFm$  : le pôle boréal D est toujours dans la lumière ; & le pôle méridional F, toujours dans les ténèbres.

Que la Terre, dans cette position, fasse une révolution sur son axe  $DFm$  toujours perpendiculaire à l'équateur. Tout le cercle polaire boréal KHK fera incessamment exposé aux rayons du soleil : tout le cercle polaire méridional NGN sera incessamment enseveli dans les ténèbres, ou privé des rayons du soleil. Toutes les contrées comprises entre le cercle polaire boréal & l'équateur terrestre ABA, auront l'arc diurne plus grand que l'arc nocturne, ou plus de jour que de nuit. Toutes les régions placées entre le cercle polaire austral & le même équateur terrestre, auront l'arc diurne plus petit que l'arc nocturne, ou plus de nuit que de jour.

III°. Quand la Terre, allant toujours dans l'Écliptique d'occident en orient, & conservant toujours son Axe, que rien n'infléchit & ne peut infléchir, parallèle à lui-même, fera arrivée en R sous le bélier X, dans l'autre intersection de l'écliptique & de l'équateur : le Soleil sera vu en C dans la balance : on aura le commencement de l'automne.

L'axe du cône lumineux, qui éclaire la Terre dans cette position, est encore perpendiculaire à l'axe terrestre  $DFn$ , & produit les mêmes phénomènes qu'au printemps.

IV°. Quand la Terre parviendra en T, sous le cancer M, le Soleil sera vu en E dans le capricorne : on aura le commencement de l'hiver. Là les rayons du Soleil tombent tous obliquement sur l'axe autour duquel se fait la révolution diurne ; atteignent toujours le pôle austral F, & jamais le pôle boréal D.

Que la Terre, dans cette position, fasse une révolution sur son axe  $DFo$ . Le cercle polaire austral GNG sera tout entier dans le cône lumineux : le cercle polaire boréal KHK, tout entier dans les ténèbres. Les arcs diurnes seront plus petits, dans les Zones tempérée & torride boréales ; plus grands, dans les Zones torride & tempérée australes, que les arcs nocturnes.

771. REMARQUE. Pour concevoir le *Mouvement curviligne* de la Terre, des Planètes, des Comètes, autour de leur centre

centre quelconque de gravitation : plaçons-nous par la pensée à l'origine des tems & des choses, antécédemment à toutes Loix de la Nature & du Mouvement ; & fixons nos regards sur une planete ou comete quelconque, placée dans un point quelconque de l'espace infini dans le Vuide ou dans un Milieu nullement résistant, indifférente par sa nature au mouvement & au repos, mais capable de se mouvoir en tout sens & selon toute direction, (Fig. 127).

I°. Il est clair que cette Planete ou Comete T restera éternellement immobile au point T ; si aucune cause ne la sollicite à se déplacer : que par sa nature elle ne tend ni à s'approcher ni à s'éloigner du soleil S, ou de tel autre corps quelconque : qu'étant par sa nature parfaitement indifférente au mouvement & au repos, si elle reçoit une impulsion dans un sens quelconque, elle doit se mouvoir dans la direction de cette impulsion, jusqu'à ce que quelque cause l'en détourne : que monter & descendre sont des termes totalement étrangers à cette Planete ; puisqu'il n'y a ni haut ni bas dans l'Espace infini, avant la création du Mouvement, avant l'établissement des Loix du mouvement.

II°. Que l'Auteur de la Nature, parfaitement libre dans le choix des Loix de mouvement qu'il lui plaira d'établir, décerne que cette Planete ou Comete tendra constamment & persévérément vers le Soleil S, avec une force centrale qui soit toujours en raison inverse des quarrés de ses distances à cet astre. La Planete ou Comete T, auparavant indifférente à s'approcher ou à s'éloigner du Soleil S, aura désormais, en vertu de cette Loi ou de cette Volonté du Créateur, une tendance permanente vers cet astre : tendance que nous nommerons indifféremment, ou pesanteur, ou attraction, ou gravitation.

III°. Que le même Auteur de la Nature, donne une fois pour toutes une impulsion à cette Planete ou Comete dans une direction quelconque capable de l'éloigner du Soleil S ; & que de cette impulsion naisse une force centrifuge (360) qui soit toujours en raison inverse des cubes de ses distances au soleil.

La Planete ou Comete T, auparavant indifférente à s'éloigner du Soleil, aura désormais, en vertu de cette action & de cette nouvelle Loi du Créateur, une tendance permanente à s'éloigner du Soleil : tendance que nous nommerons Force centrifuge, & qui sera toujours opposée à la force centrale ou centripete.

IV°. De cette Hypothese, qui n'est très-vraisemblablement que l'histoire même des premières Loix de la Nature & du Mouvement, découlera la révolution permanente de cette Planete ou Comete, en ligne courbe & rentrante sur

elle-même (361 & 362), autour du Soleil placé en F ou en G. (Fig. 28 & 29).

L'HIVER, L'ÉTÉ, LE PRINTEMPS, L'AUTOMNE:  
PRINTEMPS PERPÉTUEL.

772. EXPLICATION. La différente longueur des Jours ; la différente hauteur où le Soleil s'éleve sur l'horifon, donnent fucceffivement aux diverses contrées de la Terre, une inégalité de température, une *différence de Saisons*, que nous allons examiner ici par rapport au point terrestre  $\alpha$ , qui fera, si l'on veut, Paris ou Rome. Ce point terrestre  $\alpha$  aura le printemps, quand la Terre étant en P sous la balance, le Soleil sera vu en X dans le belier : il aura l'hiver, quand la Terre sera en T : il aura l'automne, quand la Terre sera en R : il aura l'été, quand la Terre sera en Q, au-delà de l'Equateur CSX. (Fig. 132).

I°. Quand la Terre est en T, sous le Tropique boréal M: le Soleil est vu en E, dans le Tropique opposé au pole visible : il s'éleve peu sur l'horifon du point  $\alpha$ , & il y demeure peu de tems. La chaleur de ses rayons doit donc s'y faire peu sentir : tant parce qu'ils frappent très-obliquement les contrées  $\alpha K$ , placées sur cet horifon, que parce qu'ils n'ont pas le tems d'échauffer vivement la masse de l'air qui les enveloppe. De-là, l'*Hiver* dans ces contrées.

II°. Quand au contraire, la Terre étant en Q, le Soleil est vu en M, dans le Tropique du pole visible : il s'éleve à sa plus grande hauteur sur l'horifon des contrées placées en  $\alpha$  ; il darde ses rayons, ou perpendiculairement, ou beaucoup moins obliquement sur elles ; il échauffe & plus long-tems & plus puissamment la masse de l'air qui les couvre & les enveloppe. De-là, l'*Eté* dans ces contrées.

III°. Quand le Soleil se trouve dans les Points équinoxiaux C & X : ces deux causes, la quantité de son élévation & la durée de son apparition sur l'horifon, sont dans un état moyen. De-là, les deux saisons du *Printems* & de l'*Automne*.

Le commencement de la premiere est plus froid que le commencement de la seconde : parce qu'*au Printems*, l'action des rayons solaires est contrariée par l'intensité du froid que l'hiver a successivement accumulé & concentré sur les plages terrestres, & qui ne peut pas être subitement & tout à coup dissipée ; & qu'*en Automne*, l'action des rayons solaires est favorisée par l'intensité de la chaleur dont les mêmes plages terrestres ont été successivement imprégnées pendant l'été, & qui ne se dissipe qu'insensiblement & peu à peu.

IV°. Pour que la Terre eût un *Printems perpétuel*, que faudroit-il ? Il faudroit simplement l'une de ces deux choses :

Ou que la Terre, au lieu de faire sa révolution annuelle autour de l'Ecliptique P Q R T P, fit cette même révolution dans le plan de l'Equateur C S X C, en conservant toujours la même direction dans son axe D F :

Ou que la Terre, en faisant sa révolution annuelle dans l'Ecliptique, eût son axe autrement posé & dirigé par rapport au plan de l'Ecliptique; en telle sorte, que cet axe terrestre D F, au lieu d'être incliné, devint perpétuellement perpendiculaire au plan Q S T de l'Ecliptique.

### TROISIÈME PHÉNOMÈNE.

773. *Les Apogées & les Périgées : les Aphélie & les Périhélie : les différentes Phases successives des Planetes & des Cometes.* (Fig. 124).

EXPLICATION. Comme les Planetes & les Cometes, ainsi que la Terre, font leurs révolutions périodiques dans des Ellipses plus ou moins excentriques autour du Soleil, centre commun de leur gravitation; dans le Vuide ou dans un Milieu nullement résistant : il est clair que ces différens corps, mus avec des vitesses inégales, doivent tour à tour s'approcher & s'éloigner du Soleil, s'approcher & s'éloigner de la Terre.

Soit le Soleil immobile en F, autour duquel se fassent toutes les révolutions elliptiques des Cometes & des Planetes principales. Le Soleil fera hors des centres C des différentes Orbites elliptiques des Planetes & des Cometes. (766).

I°. En regardant toutes ces Orbites comme des Ellipses dont le Soleil occupe le Foyer commun F; la Terre est périhélie en T, aphélie en D : Saturne est périhélie en S, aphélie en Z : Mercure est périhélie en *n*, aphélie en *m*; & ainsi du reste (\*).

II°. Quand la Terre est en T : que Saturne se trouve en S, Jupiter en I, Mercure en *m*, Mars vers M. Saturne fera périgée; Jupiter & Mercure, apogées; Mars, vers une de ses quadratures; & ainsi du reste.

III°. Les Planetes & les Cometes étant des astres opaques, & n'ayant, ainsi que la Terre, d'autre lumière que celle qu'elles empruntent du Soleil : il est clair qu'elles ne sont lumineuses ou plutôt illuminées que dans la partie de leur

(\*) NOTE. *Périlée*, près du Soleil; *Aphélie*, loin du Soleil. *Périgée*, près de la Terre; *Apogée*, loin de la Terre. *Phases*, changemens d'état apparent.



surface qui regarde cet astre ; & que cette partie éclairée, qui n'excede guere la moitié de leur surface (724), & qui seule peut être apperçue par un habitant de la Terre, se trouve tantôt plus & tantôt moins éloignée de la Terre, tantôt plus & tantôt moins exposée à l'œil de l'Observateur. Par exemple, soit la Terre en *t* :

Mars péricée en *M* paroît fort grand & fort lumineux : parce que son disque éclairé est dirigé tout entier vers la Terre *t*. Mars apogée en *N* paroît moins grand & moins lumineux : parce que quoiqu'alors son disque éclairé soit encore dirigé tout entier vers la Terre *t* ; sa lumiere s'affoiblit dans l'éloignement, & le montre sous un moindre angle optique. (735). Mars en quadrature paroît en forme de croissant : parce qu'alors son disque éclairé est en partie visible & en partie invisible à l'Observateur terrestre ; à peu près comme celui de la Lune en quadrature, sept ou huit jours avant ou après la pleine Lune.

De même la Terre étant supposée en *A* : Vénus apogée en *V* est dans son plus grand éclat ; Vénus péricée en *X* n'a plus ou presque plus de lumiere : parce que dans le premier cas, tout son disque éclairé *V* est exposé à l'œil de l'Observateur *A* ; & que dans le second cas, son disque éclairé *X* est dirigé à l'opposite du même observateur.

#### QUATRIÈME PHÉNOMÈNE.

77A. *Les Solstices, ou les Stations du Soleil dans les deux Tropiques.* (Fig. 127).

EXPLICATION. Le phénomène des Solstices, consiste en ce que le Soleil, deux fois par an, dans sa révolution réelle ou apparente autour de l'Ecliptique, cesse pendant quelques jours de s'éloigner ou de s'approcher sensiblement de l'Equateur.

Dans l'hypothese où le Soleil mobile parcourt réellement l'Ecliptique *abcdefgha* ; cet astre, en *C* & en *E*, doit ne s'approcher ou ne s'éloigner qu'infinitement peu de l'Equateur *ABA* : parce qu'en *C* & en *B*, de même qu'en *A* & en *E*, les deux courbes de l'Ecliptique & de l'Equateur, sont sensiblement paralleles. Ce même phénomène aura lieu également dans l'hypothese du Soleil immobile au centre *S* du monde planétaire : puisqu'alors la Terre parcourra précisément la même courbe qu'on attribuoit au Soleil ; & que selon les Loix de l'Optique, le Soleil sera toujours vu à l'opposite de cette courbe, s'éloignant ou s'approchant de l'Equateur précisément comme la Terre s'en approche ou s'en éloigne.

Or la Terre-planete, en parcourant l'Ecliptique, dont le plan coupe l'équateur sous un angle d'environ 23 degrés & demi, s'éloigne & s'approche alternativement de l'Equateur: de telle sorte cependant qu'il y a deux petits arcs dans sa courbe, les deux arcs les plus éloignés de l'équateur vers le nord & vers le midi, où son mouvement est sensiblement parallèle à l'Equateur. Par exemple (Fig. 132):

I°. Quand la Terre passe de R en T, du midi au nord: elle s'éloigne de l'équateur vers le nord, d'une quantité XM; & le Soleil, toujours vu à l'opposite du point où se trouve la Terre, paroît s'éloigner de l'équateur d'une égale quantité CE vers le pôle austral.

Quand la Terre est en T, à près de 90 degrés du Point équinoxial du printems R: l'arc qu'elle parcourt dans sa Courbe, est sensiblement parallèle à l'arc correspondant de l'Equateur. Le Soleil, vu en E, à l'opposite du point T, paroitra donc de même ne s'approcher ni ne s'éloigner de l'Equateur; & il fera, pendant quelques jours, stationnaire à cet égard.

II°. Quand, six mois après, la Terre sera en Q, à près de 90 degrés du Point équinoxial de l'automne P: l'arc qu'elle parcourra dans sa Courbe, fera encore sensiblement parallèle à l'arc correspondant de l'Equateur. La Terre, en parcourant cet arc, ne s'approche & ne s'éloigne point sensiblement de l'Equateur; & le Soleil, vu en M, paroitra de même avancer selon l'ordre des signes, sans s'approcher & sans s'éloigner sensiblement de l'équateur, pendant quelques jours.

De là le *Phénomene des Solstices*: phénomène si absurde & si révoltant dans l'hypothese de la Terre immobile; phénomène si simple & si naturel dans l'hypothese de la Terre-planete, où il n'exige, pour avoir lieu périodiquement, que la continuation du mouvement projectile & du mouvement central de la Terre autour du Soleil immobile, dans le Vuide, ou dans un Milieu qui n'oppose aucune résistance à ce double mouvement. (770 & 771).

#### CINQUIÈME PHÉNOMÈNE.

775. *Le séjour du Soleil dans les Signes septentrionaux, plus long d'environ huit jours, que dans les Signes méridionaux.* (Fig. 124).

EXPLICATION. Soit ATBDA l'orbite que décrit le centre de la Terre, dans sa révolution annuelle autour du Soleil placé hors du centre C, & dans un des foyers F de cette *Orbite elliptique*, Pendant que la Terre-planete parcourt

T t iii

l'arc septentrional A T B de sa courbe : le Soleil F, toujours à l'opposé du point où se trouve la Terre dans son orbite, est vu dans les différens signes méridionaux ; & pendant que la Terre parcourt l'arc méridional B D A de sa courbe, le Soleil F est vu successivement dans les différens signes septentrionaux. De-là l'explication simple & facile du phénomène dont nous avons à rendre ici raison.

Il conste par les Observations astronomiques, ou il résulte évidemment de ces observations, que l'Orbite elliptique A T B D A de la Terre, a son grand axe T C D, dirigé du nord au midi ; & que le Soleil occupe le foyer boréal F de cette ellipse : la Terre est donc périhélie en T, & aphélie en D.

Deux raisons doivent concourir à faire paroître le Soleil plus long-tems dans les signes septentrionaux, que dans les signes méridionaux.

La première, c'est que l'arc A T B, qui est la partie de l'Ecliptique placée en-deçà de l'Equateur sous les signes septentrionaux, est plus petit que l'arc B D A, qui est la partie de l'Ecliptique placée en-delà de l'Equateur sous les signes méridionaux.

La seconde, c'est que la vitesse de la Terre dans l'arc B D A, qu'elle parcourt depuis l'équinoxe du printems jusqu'à l'équinoxe d'automne, tems pendant lequel le Soleil est vu dans les différens signes septentrionaux, est moindre que dans l'arc A T B qu'elle parcourt depuis l'équinoxe d'automne jusqu'à l'équinoxe du printems : les Vitesse absolues d'une planète quelconque, dans les différens points de son orbite, étant toujours en raison inverse de ses rayons vecteurs ; comme nous l'apprennent les Observations astronomiques.

Ainsi, en deux mots, le Soleil paroît plus long-tems dans les signes septentrionaux : parce que la partie australe B D A de l'Orbite terrestre, est un peu plus grande que la partie boréale A T B ; & que la vitesse réelle de la Terre, est un peu plus petite dans la première, que dans la dernière.

#### SIXIEME PHÉNOMÈNE.

776. *Les Stations & les Rétrogradations des différentes Planètes (Fig. 124).*

EXPLICATION I. A juger du mouvement des Planètes autour du Soleil, d'après les simples apparences : rien n'est si bizarre & si absurde que ce mouvement. Car, au lieu de décrire une courbe régulière & continue SYZS, RVXR, d'occident en orient, autour du Soleil, centre commun de

leur mouvement : les Planetes semblent, tantôt se mouvoir réellement d'occident en orient ; tantôt suspendre leur mouvement, & s'arrêter pendant un tems plus ou moins long dans les mêmes points du ciel ; tantôt rétrograder sur leur trace, & se mouvoir dans un sens contraire d'orient en occident : de sorte que leur courbe, au lieu d'être une courbe fixe & réguliere, paroît être une courbe infiniment variable & irréguliere *abcdeg*, à laquelle il est impossible d'assigner aucune Cause physique, dans le systéme de la Terre immobile.

Mais dans l'hypothese de la Terre errante autour du Soleil immobile : cette absurde irrégularité de mouvement, n'est réellement qu'une simple illusion optique ; & la Courbe décrite par le centre de chaque Planete, n'est qu'une Ellipse continue & réguliere *SYZS*, *RVXR*, *IKLI*, & ainsi du reste. L'apparente irrégularité d'une telle courbe quelconque, ne vient que de la différente position que prend successivement la Terre à l'égard des différentes Planetes, dans le cours de sa révolution annuelle ; allant plus vite que les Planetes supérieures, Mars, Jupiter, Saturne ; & moins vite que les Planetes inférieures, Vénus & Mercure.

Car la Terre fait sa révolution en un an ; Mars, en environ deux ; Jupiter, en dix ans à peu près ; Saturne, en près de trente ans ; Vénus, en huit mois & un tiers de mois ; Mercure, en un peu moins de trois mois, ou d'un tiers d'année : de sorte que la Terre fait deux révolutions autour du Soleil, pendant que Mars n'en fait qu'une ; & qu'elle ne fait qu'un tiers de sa révolution, pendant que Mercure fait la sienne en entier ; & ainsi du reste.

EXPLICATION II. Pour rendre sensible cette théorie astronomique, nous allons la montrer dans les Planetes supérieures, & l'indiquer dans les Planetes inférieures. (Fig. 128).

1°. Tandis que la Terre fait une de ses révolutions *abcdea* en un an : que Mars fasse la moitié de sa révolution *mnoirstvm* ! Il est clair que la Terre, tantôt suivra, tantôt atteindra, tantôt dépassera & précédera Mars. Supposons, par exemple, la Terre en *d*, & Mars en *t* : Mars sera vu en *I*.

Tandis que la Terre va en *e*, que Mars plus tardif aille en *u* : Mars sera vu en *X*, & paroitra avoir eu un mouvement direct, de *I* en *X*.

Tandis que la Terre va de *e* en *a*, que Mars aille de *v* en *m*. Mars sera vu en *K* ; & paroitra avoir encore un mouvement direct, mais plus lent qu'auparavant.

T t iv

Tandis que la Terre va de *a* en *b*, que Mars aille toujours de même de *m* en *n*. Mars sera vu en X; & paroitra avoir eu un *Mouvement rétrograde*, de K en X.

Tandis que la Terre va de *b* en *e*, que Mars continue à aller toujours de même de *n* en *o*. Mars sera encore vu en X; & paroitra avoir été, pendant tout ce tems, *Stationnaire & sans mouvement*, au même point du ciel X.

II°. Maintenant, si on suppose que la Courbe plus éloignée du Soleil, soit celle de la Terre; & que la Courbe plus voisine du Soleil, soit celle de Mercure: comme Mercure fera à peu près trois de ses révolutions, tandis que la Terre plus tardive fait une des siennes; on aura les mêmes phénomènes en sens contraire; & on se les rendra aisément sensibles, si l'on veut, en se traçant soi-même, pour cet objet, une Figure à part; ou en donnant un coup d'œil, une fois pour toutes, sur la trente-sixième figure du quatrième volume de notre Cours complet de Physique.

#### PROPOSITION II.

777. *La Terre est une vraie planète, qui en faisant ses révolutions diurnes autour de son Axe, fait ses révolutions annuelles autour du Soleil immobile ou comme immobile au centre du Monde planétaire.*

DÉMONSTRATION. Une foule de raisons plausibles, de preuves démonstratives, dont les unes ont plus & les autres moins de force, mais dont l'ensemble forme une démonstration complete, concourent à établir le mouvement de la Terre & le repos du Soleil. Voici, en précis, & sous un même point de vue, ces raisons plausibles, ces preuves démonstratives, dont l'ensemble établit invinciblement le mouvement de la Terre. (Fig. 124 & 132).

I°. Les *Vicissitudes périodiques du Jour & de la Nuit*: première preuve! Une simple révolution de la Terre autour de son axe, dispense le Soleil, les Planètes, & sur-tout les Étoiles, de se mouvoir autour de la Terre en 24 heures, avec une vitesse plus qu'inutile, plus qu'inconcevable, plus que révoltante. (768 & 769.).

II°. Le *Retour périodique des Saisons*: seconde preuve! Une simple révolution de la Terre autour du Soleil, dispense le Soleil de se porter bisarrement du midi au nord & du nord au midi, par le moyen d'une foule de *révolutions spirales* dont la cause est inconcevable, dont le mécanisme heurte toutes les loix du mouvement, dont l'explication doit être évidemment cherchée hors de toutes les

loix connues de la Nature : en telle sorte que , si le Soleil se meut réellement autour de la Terre & de l'Ecliptique , il faut nécessairement que l'Auteur de la Nature le meuve par un soin spécial & persévéramment miraculeux , par un mécanisme & selon des loix qui n'ont rien de commun avec le mécanisme du reste des Corps. (770).

III°. La *Précession des Equinoxes* : troisième preuve ! Pour se former une idée de ce grand Phénomène : il faut savoir qu'outre le *mouvement diurne d'orient en occident* , en vertu duquel tout le Ciel paroît tourner chaque jour en ce sens autour de l'axe du Monde MSN : il existe dans le Ciel , c'est à dire , dans tout l'imaginaire Firmament auquel les Etoiles paroissent attachées , un *autre Mouvement d'occident en orient* , en vertu duquel toutes les Etoiles paroissent tourner en ce sens autour de l'axe O SP de l'Ecliptique , en 25740 ans. (Fig. 127).

Pour rendre raison de ce grand phénomène , qui évidemment ne sauroit être qu'une *Illusion optique* : il suffira , en supposant immobile le Firmament , de supposer à la Terre , outre sa révolution diurne , d'occident en orient , autour de l'axe *vx* , une autre révolution d'orient en occident , autour d'un autre axe *mn* , laquelle ne s'effectue qu'en 25740 ans.

Un simple mouvement coniquement rétrograde dans l'axe *vm* de la Terre , autour d'un autre axe *mn* , dispense tout le Firmament , toute l'innombrable multitude des Etoiles visibles & invisibles , de faire une révolution autour des Poles P & O de l'Ecliptique , d'occident en orient ; dans le même tems qu'elles font une infinité de révolutions autour des poles du monde , d'orient en occident : deux *Mouvements* qui feroient de l'Univers , s'ils étoient réels , au lieu d'être simplement apparens , la Machine la plus grotesquement construite , la plus bizarrement compliquée , qu'il soit possible de concevoir. Quelle admirable simplicité rend à la Nature entiere , l'hypothese de la Terre-planete : s'il est encore permis de donner le nom d'hypothese , à la Vérité la mieux établie de toute la Physique !

On trouvera , si l'on veut , un plus grand développement sur cet objet , dans notre Cours complet de Physique , depuis le numéro 1327 jusqu'au numéro 1330.

IV°. L'*Aberration des Fixes* : quatrième preuve ! Pour se former une idée de ce phénomène céleste : il faut savoir que les Etoiles , outre leur *mouvement diurne* , en vertu duquel elles paroissent tourner chaque jour d'orient en occident autour de l'axe MSN du Monde (\*) ; outre leur

(\*) NOTE. La révolution diurne des Etoiles , s'effectue en 23 heures

*mouvement rétrograde* dont nous venons de parler, en vertu duquel elles paroissent tourner d'occident en orient en 25740 ans autour de l'axe O SP de l'Ecliptique : que les Etoiles, dis-je, ont un *Mouvement d'aberration*, par lequel elles sont presque toujours écartées de quelques secondes de degré, du vrai lieu qu'elles occupent dans le Ciel : en telle sorte que celles qui sont placées aux poles P & O de l'Ecliptique paroissent y décrire autour de leur vrai lieu, dans une année, un cercle dont le diametre est de 40 secondes de diametre ; que celles qui sont dans le plan CEC de l'Ecliptique, paroissent décrire autour de leur vrai lieu, une ligne ou un arc d'environ 40 secondes de degré, avançant vers l'orient pendant six mois de l'année, & reculant vers l'occident pendant les six autres mois de la même année ; & que celles qui sont placées entre le plan & les poles de l'Ecliptique, paroissent décrire autour de leur vrai lieu, des Ellipses dont le grand axe est de 40 secondes de degré, & dont le petit axe est d'autant moindre que l'Etoile est plus loin des poles & plus près du plan de l'Ecliptique. (*Fig. 127*).

Quelle nouvelle bizarrerie, quelle nouvelle complication dans le mouvement des Etoiles : si la Terre est immobile ! Au milieu de leur mouvement diurne, d'orient en occident, parallèlement à l'équateur ; au milieu de leur mouvement rétrograde, d'occident en orient, parallèlement à l'Ecliptique ; elles auront encore chaque année un mouvement d'*Aberration périodique* autour de leur vrai lieu. Les unes décriront annuellement un petite ligne ; les autres, un petit cercle ; les autres, une petite ellipse ; & le tout, pour quelle fin ? L'hypothese de la Terre-planete bannit de la Nature, tous ces mouvemens inutilement convulsifs ; dans lesquels ne se montre point la majestueuse simplicité qui doit régner & qui regne en effet dans tous les Ouvrages du sage Architecte de l'Univers.

Dans cette hypothese, l'Aberration des Fixes n'est qu'une simple Illusion optique, occasionnée par le Mouvement de la Terre autour du Soleil & dans l'Ecliptique : illusion dont on trouvera, si l'on veut, une explication bien sensible & bien détaillée, dans le quatrieme volume de notre Cours complet de Physique ; depuis le numéro 1331, jusqu'au numéro 1336.

V°. *Les Stations & les Rétrogradations des Planetes* : cin-

36 minutes & environ 4 secondes : ce qui fait que cette révolution estant plus courte que celle du Soleil, elles devancent chaque jour cet astre vers l'occident ; & qu'elles font 366 révolutions diurnes, tandis que le Soleil en fait 365.

quieme preuve! Une simple révolution de la Terre autour du Soleil, avec plus de vitesse que n'en ont les Planetes supérieures, avec moins de vitesse que n'en ont les Planetes inférieures, dispense toutes les Planetes, des ineptes & révoltantes contorsions qu'elles sont obligées de prendre perpétuellement pendant tout le cours de leurs révolutions, dans l'hypothese de la Terre immobile; & rend leurs mouvemens aussi simples, aussi naturels, aussi dépendans les uns des autres, que l'est le mouvement d'une bombe ou d'un boulet de canon, dont une combinaison de force projectile & de force centrale détermine la courbe.

Dans le système de la Terre-planete; les Planetes supérieures & inférieures sont toujours directes, jamais stationnaires, jamais rétrogrades: leurs stations & leurs rétrogradations ne sont que de simples apparences, que de simples *Illusions optiques*, dont on assigne & dont on démontre la cause physique. (776).

VI<sup>e</sup>. Les fameuses Loix de Kepler: sixieme preuve! Selon la théorie des Forces centrales, selon la seconde Loi de Kepler, qui n'est autre chose qu'une Loi générale & fondamentale de la Nature: tous les Corps qui se meuvent autour d'un même centre, ont les *quarrés de leurs tems périodiques*, proportionnels aux *cubes de leurs moyennes distances*. Or, si la Terre est immobile, il est clair que la Lune & le Soleil se meuvent autour de la Terre. Donc le quarré du tems périodique de la Lune, devoit être au quarré du tems périodique du soleil: comme le cube de la moyenne distance de la Lune, est au cube de la moyenne distance du soleil: ce qui est évidemment faux & totalement opposé à la réalité; comme il est facile de s'en convaincre par un fort simple calcul.

Il est certain que cette *seconde Loi de Kepler*; s'observe & se vérifie à l'égard de tous les Corps célestes, Planetes ou Cometes, qui font leurs révolutions autour du Soleil. On demande donc aux Partisans de la Terre immobile, pourquoi cette Loi générale ne s'observe pas dans les mouvemens de la Lune & du Soleil autour de la Terre: si un mouvement réel emporte ces deux astres autour de la Terre immobile? Quelle raison a pu avoir l'Auteur de la Nature, pour soustraire le Soleil à une Loi commune à tous les Corps; à une Loi générale, à laquelle un Physicien ne peut attribuer une exception dans un cas particulier, qu'en vertu d'une démonstration irréfragable qui établisse nécessairement une telle exception?

Ainsi, en deux mots, le Soleil ne peut avoir un mouvement diurne & annuel autour de la Terre, sans déroger



aux Loix générales de la Nature & du Mouvement : donc le Soleil n'a point un tel mouvement autour de la Terre.

On pourra voir, si l'on veut, une assez ample théorie de ces *Loix de Kepler*, dans notre Cours complet de Physique, depuis le numéro 1255 jusqu'au numéro 1307.

VII<sup>o</sup>. *L'Analogie de la Terre avec les Planetes* : septieme preuve ! Opaque comme elles, sensiblement sphérique comme elles, plus petite que quelques-unes d'entre elles, pourquoi auroit-elle été choisie de préférence, pour être le centre de tous les mouvemens célestes ? Tandis que les autres Planetes roulent sur leur axe pour se procurer l'aspect successif du Soleil, la vicissitude des jours & des nuits : pourquoi la Terre sera-t-elle exempte de la Loi commune aux corps de son espece ? Pourquoi faudra-t-il que le soleil, que toutes les planetes, que toutes les cometes visibles, que toutes les étoiles, fassent chaque jour comme leur ronde autour de la Terre : pour procurer successivement à ses différens points, n'étant elle-même qu'un point insensible dans l'Univers, le pompeux spectacle d'une si inconcevable & si étrange révolution ? (*Fig. 124 & 127*).

L'Auteur de l'Univers, qui assortit les choses dans la Nature, qui rapporte les parties au Tout & non le Tout aux parties, qui produit de grands effets à peu de frais & non de petits effets à très-grands frais, auroit-il donc en ce point renversé & l'ordre des choses & l'ordre de nos idées ? Auroit-il assorti & rapporté un Tout & un tout comme infiniment grand, à une partie & à une partie comme infiniment petite de ce tout ? Auroit-il voulu mouvoir une infinité de machines, avec des mouvemens infiniment rapides & infiniment compliqués : pour procurer à un atome de l'Univers, un spectacle dont cet atome peut jouir par une simple révolution autour de lui-même ; & autour d'un astre autour duquel tournent tous les atomes voisins de son espece ?

VIII<sup>o</sup>. *L'aplatissement des Poles & le renflement de l'Equateur* : huitieme & derniere preuve ! Si la Terre est immobile : pourquoi les eaux de la Mer sont-elles élevées de six ou sept lieues de plus sous l'équateur, que sous les poles ; tandis que, selon les Loix de l'hydrostatique, elles doivent se mettre par-tout de niveau. (571).

Ce phénomène, qui ne souffre aucune explication dans le système de la Terre immobile, n'est qu'une simple conséquence du *Mouvement diurne* de la Terre, autour de son axe. Car la Terre, en roulant sur son axe, d'occident en orient, imprime à toutes ses parties une force centrifuge opposée à la pesanteur ou à la force qui fait tendre les corps ter-

restres vers son centre. Cette *Force centrifuge* est d'autant plus grande, que chaque partie a plus de vitesse; & chaque partie a une vitesse proportionnelle à sa distance de l'axe sur lequel ou autour duquel se font les révolutions diurnes de toute la masse terrestre. (Fig. 70).

Donc la *Force centrifuge* doit être très-grande sous l'équateur, plus petite dans les zones tempérées, nulle sous les poles. Donc, pour qu'il y ait équilibre entre les mers de l'équateur, & les mers des poles: il faut que les *Colonnes d'eau C A* aient plus de hauteur sous l'équateur, où la force centrifuge diminue la pesanteur de toutes les parties aqueuses; & qu'elles aient moins de hauteur sous les poles, où la force centrifuge étant nulle, ne diminue aucunement la pesanteur des parties aqueuses.

Donc le renflement de l'Equateur, démontre le mouvement de la Terre autour de son Axe: comme une foule d'autres phénomènes démontrent le mouvement de la Terre autour du Soleil. C. Q. F. D.

778. REMARQUE. Telles sont les principales raisons plausibles, sous lesquelles a enfin succombé & disparu, chez les Philosophes, le *Préjugé populaire* qui fixoit aveuglement la Terre immobile au centre de l'Univers; & qui ont procuré à l'Univers, le mérite de paroître un ouvrage digne de l'infinité Sageffe qui le forma.

Le *mouvement de la Terre*, n'est plus un problème chez les Astronomes, chez les Physiciens de quelque réputation: c'est un point fixe & décidé, sur lequel le doute semble même n'être plus permis, dès qu'on aspire à ne point paroître entièrement novice en genre de Physique.

Une hypothèse est démontrée vraie & réelle: quand il est évident qu'elle quadre avec tous les phénomènes de la Nature; & que ces phénomènes de la Nature, deviennent absurdes hors de cette hypothèse. Or telle est l'hypothèse de la Terre-planète. S'il faut d'autres preuves pour démontrer que cette hypothèse est vraie & réelle: on demande au plus obstiné Pyrrhonisme, quelles autres preuves pourroient en établir & en constater la réalité?

On peut faire, contre le Mouvement de la Terre, quelques frivoles objections dont la solution achevera de mettre en évidence la théorie des Copernic, des Kepler, des Newton, de tous les Astronomes modernes, sur le système ou l'arrangement de l'Univers.

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

779. OBJECTION I. Si la Terre tournoit chaque jour sur son axe: tous les Corps posés sur sa surface & détachés de

sa masse, tels que les eaux, les sables, les cailloux, les navires, les hommes, les brutes, devroient s'échapper par la Tangente, & se dissiper au loin dans l'immensité des cieux. Car soit, par exemple, un homme assis tranquillement dans son fauteuil sur l'Equateur terrestre A B A. (Fig. 70).

Si la Terre tourne chaque jour sur son axe : cet homme, indépendamment de son mouvement annuel autour du Soleil, a un mouvement diurne qui lui fait parcourir environ 9000 lieues par jour, 375 lieues par heure, 6 lieues & un quart par minute, environ 238 toises par seconde. Donc cet homme a une vitesse au moins deux fois & un tiers plus grande, que celle d'un boulet de canon qui bat en breche (391). Donc cet homme, en vertu de cette étonnante vitesse, devoit avoir une Force centrifuge, capable de le jeter par la tangente, bien loin de la surface terrestre, dans l'immensité des cieux.

Ce même homme A est d'ailleurs animé d'un mouvement qui l'emporte annuellement autour du Soleil : d'un mouvement 130 fois plus rapide que celui d'un boulet de canon qui bat en breche. Il devoit donc être jetté bien loin de la Terre, par la Force centrifuge qui doit naître des deux mouvemens qui l'animent.

RÉPONSE. Il n'est pas rare de trouver des Personnes peu conséquentes & peu philosophes, dont l'imagination est effrayée de ces deux mouvemens de la Terre : sans être aucunement effrayée des mouvemens immensément plus rapides, qu'elles sont obligées d'attribuer au Soleil, aux Planetes, & surtout aux Etoiles, dans leur persuasion sur l'immobilité de la Terre. Qu'y faire ?

I°. Le mouvement diurne de la Terre autour de son axe, ne doit point dissiper au loin les Corps terrestres, par la Tangente à la Terre. Car les corps qui ont le plus de vitesse, ne parcourent que 238 toises par seconde : ce qui ne leur donne qu'une force centrifuge capable de les éloigner pendant une seconde de tems, de sept ou huit lignes, du centre de la Terre (Math. 534) : tandis que leur force centripète ou leur pesanteur tend à les rapprocher du centre de la Terre, d'environ 15 pieds en une seconde. (248).

Ces Corps doivent donc rester appliqués à la surface terrestre, en vertu de leur force centripète incomparablement plus grande que leur force centrifuge.

II°. Le mouvement annuel de la Terre autour du Soleil, ne doit point dissiper au loin dans l'immensité des cieux, les Corps terrestres par la Tangente à l'orbite terrestre : par ce que le centre de la Terre a le même mouvement annuel que

les corps posés sur sa surface ; & que le centre & la surface de la terre sont animés d'une force centripète vers le Soleil, qui contrebalance toujours la force centrifuge, née du mouvement par la Tangente.

780. OBJECTION II. Si la Terre tournoit sur son axe avec la vitesse que nous lui attribuons :

Nous devrions nous appercevoir de ce mouvement : nous devrions éprouver sans cesse de ces tournoiemens de tête, qu'occasionne un mouvement de rotation rapide : nous devrions être continuellement en bute à la résistance de l'air, à une résistance semblable, mais immensément supérieure à celle que produisent les plus violens ouragans.

Un Oiseau qui s'élance de son nid dans l'air vers l'occident, devrait ne plus retrouver son nid, qui s'enfuit avec une immense vitesse vers l'orient. Une Balle de fusil, tirée verticalement vers notre zénith, devrait retomber, non perpendiculairement sur notre tête, mais obliquement sur un point fort éloigné vers l'occident.

Un Boulet de canon, devrait foudroyer un mur placé à l'orient ; & ne produire aucun ravage sur un mur placé à l'occident : puisque dans le premier cas, ce boulet de canon frapperoit le mur avec la vitesse de la terre, plus la vitesse que lui imprime la poudre ; au lieu que dans le second cas, ce même boulet de canon, ne tendroit contre le mur qu'avec la vitesse que lui imprime la poudre, moins la vitesse plus grande & opposée que lui donne la révolution de la terre.

Or rien de tout cela n'arrive : donc le mouvement de la Terre autour de son Axe & autour du Soleil, est une pure fable, que détruisent les plus simples observations.

RÉPONSE. La révolution de la Terre autour de son axe & autour du soleil, ne doit produire aucun des effets qu'on objecte : comme il est facile de le démontrer & de le faire sentir.

1°. Nous ne devons point nous appercevoir du mouvement de Rotation qui existe persévérément dans la Terre : parce que tous les corps qui terminent & qui fixent notre vue pendant cette révolution, tournent avec nous, & conservent toujours la même position à notre égard. N'ayant aucune sensation qui nous avertisse de notre déplacement continuel, nous sommes sans cesse déplacés, sans nous en appercevoir.

Tel un homme enfermé dans les entrailles d'un vaisseau ténébreux ou éclairé, pendant un tems de tempête, fait cent lieues en un jour du nord au midi ou du levant au couchant ; sans savoir si la tempête le déplace, ou si elle se

bonne à le tourmenter dans la même plage : parce que, dans le petit espace qui l'enferme, rien ne lui occasionne des sensations qui puissent l'instruire de la route qu'il suit, & du mouvement qui l'emporte loin du lieu où loin du point de l'Espace infini, où il se trouvoit avant la tempête.

II°. Nous ne devons point éprouver de ces *Tournoiemens de tête*, qu'occasionne une révolution rapide & soutenue autour d'un même centre pris dans notre corps ou non-loin de notre corps.

Quand nous tournons rapidement sur un même point ou autour d'un même point peu éloigné : il est clair, que notre sang, que nos humeurs, que nos esprits vitaux, doivent prendre nécessairement un *Mouvement centrifuge*, proportionnel à la rapidité de la révolution ; & que ce mouvement centrifuge, en vertu duquel tous nos Fluides tendent partout à s'échapper avec violence hors de notre corps comme par autant de tangentes à notre révolution, doit nécessairement troubler dans nous le cours naturel de ces Fluides, y altérer toute l'Economie animale, y altérer & y déranger tout le jeu régulier des divers organes d'où dépendent les fonctions de l'ame.

Mais rien de semblable ne doit naître du mouvement diurne de la Terre : puisque nous ne faisons qu'une simple révolution autour de nous-mêmes en 24 heures ; & que pendant cette révolution, dont toutes les petites portions sont sensiblement des lignes droites (*Math.* 534), toutes les parties de notre corps sont modérément & uniformément infléchies & détournées de la Tangente, par un simple mouvement de gravitation qui leur est naturel & commun, qui n'a rien de brusque & de violent, qui ne peut par conséquent interrompre & altérer en aucune manière l'harmonie & le jeu naturel de nos organes.

III°. Nous ne devons point éprouver de *Résistance sensible*, de la part de la masse de l'air : parce que dans le Vuide ou dans un Milieu nullement résistant, l'Atmosphère qui environne la Terre, quelle que soit sa hauteur (665), tourne avec la terre & avec nous d'un mouvement commun.

Tel, sur un Vaisseau, un Poisson placé dans un petit bassin plein d'eau, est emporté par le mouvement rapide du vaisseau : sans que l'eau dans laquelle il nage en liberté, lui fasse éprouver aucune résistance insolite & sensible.

IV°. Si l'Atmosphère terrestre ne tournoit pas avec la Terre : un Oiseau qui s'élance hors de son nid, se trouveroit en moins d'une minute, à plusieurs lieues de son nid. Mais comme l'Atmosphère a précisément le même mouvement de révolution que la Terre : l'oiseau ne s'éloigne de son nid,

nid , que de la quantité que son vol ajoute ou retranche au mouvement de l'Athmosphère qui l'entraîne & l'emporte avec elle.

Tel, sur l'immense fleuve des Amazones, un Sauvage s'élançe de son Canot, dans le milieu de l'eau ; & nage, ou dans la direction du fleuve, ou contre la direction du fleuve. S'il nage dans la direction du fleuve : son effort aboutit à devancer son canot qui le suit emporté par le fleuve. S'il nage contre la direction du fleuve : son effort aboutit à le soustraire à une partie du mouvement du fleuve qui l'emporte avec son canot ; & à l'éloigner d'autant de son canot qui le précède. Si ce Sauvage ne s'apperçoit pas du mouvement du fleuve ; il croira n'avoir fait d'autre trajet, que celui qui le sépare de son canot : tandis qu'un autre mouvement qui échappe à son attention, l'a emporté, lui & son canot, bien loin de l'endroit où il s'est précipité dans l'eau.

V°. Une *Balle de plomb*, lancée verticalement vers le zénith par un fusil immobile & perpendiculaire à l'horison, ne doit point tomber en arrière, mais dans la bouche même du fusil : parce que cette balle part du fusil, animée d'un double mouvement, du mouvement de la Terre par la tangente, & du mouvement que lui imprime la Poudre enflammée perpendiculairement à cette tangente ; & que ce double mouvement doit la conduire par une double diagonale, ou plutôt par une double parabole, au point même d'où elle est partie. (350).

Quoique cette Balle, en montant & en descendant dans l'Athmosphère, parcourt réellement une double parabole ; elle paroît toujours monter & descendre perpendiculairement, à un œil placé sur la bouche du fusil : parce qu'en montant & en descendant obliquement par une infinité de diagonales, elle se trouve toujours dans le zénith de l'œil, qui change à chaque instant de zénith, ainsi que la balle.

Si cette Balle est élastique, & qu'elle tombe sur un plan horizontal capable de la réfléchir : ce plan en mouvement lui imprimera de nouveau un mouvement semblable à celui qu'elle tenoit du fusil, quand la poudre l'en a chassée ; & ce mouvement fera encore vertical sensiblement & en apparence, quoiqu'il ne soit point tel mathématiquement & en réalité.

On peut dire la même chose de la chute perpendiculaire de tous les Corps sur la surface terrestre.

VI°. Un *Boulet de canon*, doit produire le même effet, contre un mur placé à l'orient ou à l'occident.

Le Boulet qui bat un *Mur placé à l'orient*, a le mouve-

ment de la terre, plus le mouvement que lui imprime la poudre. Mais le mur opposé s'enfuit devant lui & se soustrait à sa percussion, selon toute la vitesse de la terre: il ne doit donc recevoir qu'une percussion proportionnelle au mouvement imprimé par la poudre.

Le Boulet qui bat un *Mur placé à l'occident*, a le mouvement que lui imprime la poudre, moins le mouvement de la terre. Mais le mur opposé avance & se porte contre lui, avec tout le mouvement de la terre; & la percussion est encore, comme dans le cas précédent, proportionnelle au mouvement imprimé par la poudre. (323).

Dans l'un & dans l'autre cas, l'air opposé au Boulet une égale résistance, & fait entendre un même sifflement: parce que le Boulet se mouvant ou avec un plus de vitesse dans la direction de l'air, ou avec un moins de vitesse contre la direction de l'air, le traverse & le déplace de même; infléchit fortement ses molécules élastiques, & leur occasionne la vibration & le frémissement d'où résulte & d'où naît le Son. (669 & 675).

781. OBJECTION III. Si la Terre tourne chaque jour sur son axe, dans la direction ABCDA: dans 12 heures, l'homme B aura la position de l'homme D; & alors comment ne tombera-t-il pas à l'infini de D en V, dans l'imensité des cieux? (*Fig. 133*).

RÉPONSE. Nous avons déjà observé qu'il n'y a proprement ni haut ni bas absolu, dans l'Espace infini (771): que les Corps terrestres ont une tendance vers le centre de la Terre, sans tendre autrement ou à s'approcher du nadir ou à s'éloigner du zénith.

Ainsi un homme ou un corps quelconque, placé sur la surface de la Terre, tend toujours efficacement vers le centre de la terre, en vertu de sa gravitation ou de sa pesanteur AT, BT, CT, DT: sans être exposé en aucun point supérieur ou inférieur de la surface terrestre, à être emporté dans la région des Etoiles RMVHNXR, vers lesquelles il n'a aucune tendance sensible.

Tout le monde fait qu'un vaisseau parti de Londres ou de Brest, & destiné à faire le *tour du Monde*, va côtoyant l'Amérique méridionale, passe par le détroit de Magellan, traverse l'immense mer du Sud sous les Antipodes de la France ou de l'Angleterre, arrive en Chine & aux Indes orientales, revient par le Cap de Bonne-Espérance à Brest ou à Londres. Pendant toute cette révolution autour du globe terrestre: sa gravitation ou sa pesanteur l'enfonce dans les eaux, & tend à le précipiter vers le centre de la Terre, à

l'orient comme au couchant, aux Antipodes de Londres, comme à Londres même. Ainsi ce vaisseau en D, loin de rendre en V, tend vers un point diamétralement opposé en T.

782. OBJECTION IV. Si la Terre tournoit chaque année autour du Soleil dans l'Ecliptique : nous devrions avoir incessamment un nouveau pole dans le ciel. Par exemple, supposons un Œil placé de part & d'autre en D & en F, à l'extrémité de l'axe sur lequel la Terre fait ses révolutions diurnes : pendant que cet axe, toujours perpendiculaire au plan de l'Equateur CSX, parcourt l'Ecliptique PQRTP. (Fig. 132).

Quand la Terre est en Q; cet œil D aura pour pole céleste le point *m* : quand, six mois après, la terre est en T, ce même œil D aura pour pole céleste le point *o*. Or ces deux points sont éloignés l'un de l'autre d'environ 60 ou 66 millions de lieues, qui sont la mesure du grand axe de l'Orbite terrestre, ou la double distance moyenne de la Terre au Soleil.

RÉPONSE. La Terre, en parcourant l'Ecliptique, a réellement à chaque instant un nouveau point du ciel pour pole : puisque son axe *mm*, indéfiniment prolongé de part & d'autre, décrit dans le ciel chaque année, un Cylindre *m o m* dont le diametre est d'environ 60 ou 66 millions de lieues.

Mais comme le diametre *m V o* de ce cylindre ne s'étend dans le ciel qu'un arc d'environ 3 ou 4 secondes, selon les observations & les calculs des plus célèbres Astronomes de ces derniers tems : il s'ensuit que ce diametre *m V o* doit paroître comme un point dans le ciel, & que l'axe terrestre qui fait sa révolution annuelle autour de ce diametre, doit paroître aboutir toujours sensiblement au même point du ciel.

Tout le monde fait que, selon les Loix de l'Optique, deux lignes paralleles *mm* & *oo* doivent paroître converger & coïncider en un même point, dans une immense distance. Donc, soit que la Terre se trouve en Q, soit qu'elle se trouve en T : son axe *mm* & *oo* doit paroître aboutir sensiblement aux mêmes points du ciel V & V. (749).

Il n'a rien moins fallu que toute la sagacité du génie des Astronomes modernes, pour découvrir que l'axe terrestre n'aboutit pas toujours aux mêmes points précis du ciel ; & que dans un espace de six mois, il y a une différence de 3 ou 4 secondes : différence insensible, qui échappe nécessairement aux yeux les mieux constitués & munis des plus excellens instrumens astronomiques, s'ils ne sont pas dirigés

V v ij



par les subtiles & profondes lumieres de la Géométrie & de l'Astronomie. Ainsi l'axe de la Terre, pendant chaque révolution annuelle autour du Soleil, doit donner toujours sensiblement le même Pole.

783. OBJECTION V. Si la Terre tourne chaque année autour du Soleil : le *Pole du monde*, doit alternativement s'abaisser & s'élever relativement à l'horison d'un habitant de la Terre. Car, que je parcoure du midi au nord, sous le même méridien, un espace de 25 lieues : je vois le pole boréal s'élever d'environ un degré ! Que je parcoure du nord au midi, sous le même méridien, un espace de 50 lieues : je vois le même pole s'abaisser d'environ deux degrés ! A combien plus forte raison la Terre ne devoit-elle pas changer de hauteur de pole : en passant d'un Tropicque à l'autre, en s'approchant alternativement de l'un & de l'autre pole céleste, de plusieurs millions de lieues ? (Fig. 132).

RÉPONSE. La *hauteur du Pole*, est le plus petit arc qu'on puisse mener du pole sur l'horison d'un lieu. Cet arc est toujours le même pour un même lieu ; soit que la Terre se trouve placée sous le tropique du Cancer, soit qu'elle soit placée sous le tropique du Capricorne : parce que l'axe terrestre *mm* ou *rr* ou *oo*, qui donne le Pole céleste, reste toujours sensiblement parallele à lui-même, & conserve toujours la même inclinaison sur l'horison de ce lieu.

La grande révolution conique de l'axe terrestre autour des Poles de l'Ecliptique, ne change pas non plus la hauteur du Pole pour un même lieu : parce que l'horison de ce lieu a la même révolution que l'axe terrestre ; & que cet axe terrestre, pendant sa révolution conique, reste toujours incliné sur le *plan de l'Equateur*, de la même quantité, d'environ 66 degrés & 32 minutes.

Si on demande maintenant pourquoi en allant du midi au nord ou du nord au midi, sous un même méridien *NXR*, on a une *différente hauteur de pole* ; tandis qu'en allant d'un tropique à l'autre, de *G* en *H*, on conserve la même hauteur de pole : il est facile d'en rendre raison. (Fig. 133).

En allant du midi au nord ou du nord au midi, sur la surface terrestre, on change d'horison : au lieu qu'en allant d'un Tropicque à l'autre, sur le même point *C* ou *B* de la surface terrestre, on conserve toujours le même horison. Dans le premier cas, l'horison s'abaisse ou s'élève à l'égard du pole : dans le second, l'horison conserve la même position à l'égard du pole. Par exemple,

1°. Si sur un lieu quelconque *A* de la surface terrestre étoit posé un plan *AE* parallele à l'horison *RTV* ; &

qu'on marchât sur ce plan, du midi au nord ou du nord au midi, pendant dix ans ou pendant cent ans; on auroit toujours sensiblement le même zénith  $M$ , & par conséquent la même hauteur du pôle: parce que l'espace parcouru  $AE$  étant considéré comme la base de l'angle  $AME$  formé par deux lignes menées du zénith  $M$  aux deux extrémités de cet espace; on auroit un triangle dont la base  $AE$  seroit comme nulle en comparaison des côtés.

Donc l'angle  $M$ , opposé à la base  $AE$  seroit sensiblement nul en comparaison des deux autres angles (*Math.* 701): donc les deux angles formés sur la base seroient toujours sensiblement de 90 degrés chacun: donc le point  $M$  seroit toujours vu sensiblement au même endroit.

II°. Mais quand on va du midi au nord ou du nord au midi sur la surface de la Terre; on marche sur une surface courbe, qui s'incline sans cesse, qui donne un nouveau zénith & un nouvel horizon à chaque instant. Par exemple, soient  $R$  &  $V$  les poles du monde. Un homme en  $C$  sous l'Equateur, a pour zénith le point  $N$ ; & pour horizon, un cercle  $RTV$  dont le plan aboutit aux deux poles.

Que cet homme passe de  $C$  en  $f$ : il aura pour zénith le point  $S$ ; & pour horizon, un cercle  $HTG$ : cercle éloigné des poles, de tout l'arc céleste  $RG$ . Quoique l'espace parcouru  $Cf$ , de quelques centaines de lieues, ne soit rien en comparaison de l'arc céleste  $NXS$ : il est considérable dans l'arc terrestre  $CkfB$ ; & il donne un angle  $CTf$ ; qui, prolongé jusqu'au firmament, embrasse tout l'arc  $NXS$ , & élève le pôle  $R$  d'une quantité égale  $RG$ .

III°. Ce n'est donc pas précisément l'espace parcouru du midi au nord ou du nord au midi, qui occasionne un changement sensible de zénith & de hauteur de pôle, mais l'inflexion ou la courbure de cet espace.

Ainsi, un homme qui passe d'un Tropicque céleste à l'autre, toujours placé sur un même point de la surface terrestre, ne change sensiblement ni de zénith ni de hauteur de pôle: parce que la Terre se meut dans l'Ecliptique comme sur un plan; & que l'espace parcouru par la Terre du nord au midi ou du midi au nord, est comme infiniment petit, en comparaison de l'espace qui sépare la Terre des Etoiles.

784. OBJECTION VI. Le grand vice du système de Copernic, c'est d'attribuer à la Terre deux Mouvements incompatibles; un mouvement d'occident en orient, autour de l'axe de l'équateur; & un mouvement d'orient en occident, autour de l'axe écliptique. Or n'est-il pas évident que ces

deux mouvemens doivent se détruire réciproquement ; que le mouvement d'occident en orient ne peut subsister dans un même mobile avec le mouvement d'orient en occident ? Donc le systême de Copernic est totalement ruineux en ce point fondamental.

RÉPONSE. Si les deux mouvemens en question, sont incompatibles dans la Terre : seront-ils plus compatibles dans le Firmament ? Or il est certain & évident que les deux mouvemens qu'on dit incompatibles, existent nécessairement, ou dans le globe terrestre ou dans le globe céleste. Ainsi cette objection attaque également & Ptolomé & Copernic & Tycho-Brahé & la Nature elle-même. Montrons-en la futilité dans le systême de Copernic, que nous avons à défendre.

Il répugne qu'un même Mobile ait à la fois un mouvement d'occident en orient & un mouvement d'orient en occident, autour des mêmes points, autour d'un même axe : mais il ne répugne point que ces deux mouvemens aient lieu à la fois dans un même Mobile, autour de deux axes différens. Il est facile de rendre sensible la possibilité & la compatibilité des trois mouvemens de la Terre, par un seul exemple connu de tout le monde.

Au milieu d'un grand Vestibule pavé en marbre, soit un jeune Nourrison des muses & des arts, qui en attendant le travail & l'ennui, s'occupe tout entier du tumultueux plaisir de poursuivre & de tourmenter sa Toupie. Une longue ficelle, spiralement entortillée autour de la toupie, lui imprime un mouvement de rotation sur son axe : un grand coup de fouet l'éleve en l'air ; & lui imprime un mouvement projectile, sans détruire son mouvement de rotation. Observons dans cette Toupie, les trois mêmes mouvemens qu'on dit incompatibles dans la Terre.

I°. La Toupie, élevée en l'air, & élançée d'occident en orient, par exemple, continue à rouler sur son axe, en retombant vers le centre de sa gravitation : image sensible du *Mouvement diurne* & du *Mouvement annuel* de la Terre, laquelle au milieu de ces deux mouvemens ne cesse point de tendre continuellement vers son Point central, ou vers le Soleil.

II°. Si on prend subitement la Toupie tourbillonnante sur un Plan de carton ou de cuivre, & qu'on observe attentivement son mouvement de rotation ; on appercevra que son axe, en roulant toujours sur lui-même, n'est pas toujours perpendiculaire au plan qui le soutient : que cet axe, autour duquel tous les points de la toupie décrivent tou-

jours des cercles paralleles, a lui-même, du moins assez souvent, un *Mouvement conique*, tantôt plus & tantôt moins considérable : que ce mouvement conique de l'axe ne détruit point le mouvement de rotation qui emporte toujours circulairement toutes les parties de la toupie autour de l'axe, & assez souvent en un sens opposé à la révolution conique de l'axe : qu'en supposant que cette Toupie est un petit monde, un œil placé à l'extrémité de cet axe, auroit successivement dans le Ciel différens poles, selon ses différens positions ; & que les différens points du Ciel où aboutiroit cet axe prolongé, seroient les Poles mobiles de routes les révolutions circulaires autour de l'axe.

On voit donc ici une image sensible du *Mouvement conique de la Terre*, dont l'axe en roulant toujours sur lui-même, s'infléchit successivement d'orient en occident : sans que cette inflexion régulière, dont la période est de 25740 ans, nuise en aucune maniere au mouvement qui emporte toujours circulairement autour de lui toutes les parties de la Terre, d'occident en orient.

785. OBJECTION VII. Le système de Copernic, système qui s'accorde si bien avec les Loix du mouvement, avec les Observations astronomiques, avec toute la théorie de la Physique, avec toutes les lumieres de la saine Raison, est malheureusement contredit & démenti par l'Écriture sainte, qui attribue le mouvement au Soleil & le repos à la Terre : donc ce système, qui a toute l'apparence d'une Vérité démontrée, n'est au fond qu'une ingénieuse imposture, qu'une vaine hypothese, dont le faux est la base. (\*)

RÉPONSE. Le plus grand outrage qu'on puisse faire à l'Écriture sainte, c'est de la mal interpréter ; c'est de lui donner un sens qu'elle n'a pas. Tout édifice humain, implanté sur l'édifice de l'Esprit-Saint, lui est étranger, s'écroule tôt

(\*) NOTE. Voici quelques-uns des Textes sacrés qu'on fit valloir sérieusement, dans un tems d'ignorance & de déraison, contre le système de Copernic ; & qui n'ont certainement rien de commun avec aucun système astronomique.

I°. *Oriatur Sol & occidit, & ad locum suum revertitur : ibique renascens, gyrat per Meridiem, & fleatitur ad Aquilonem.* Eccles. 1.

II°. *Sol contra Gabaon ne movearis ; & Luna, contra vallem Aialon ! Suteruntque Sol & Luna : donec ulcisceretur se Gens de inimicis suis. Stetit itaque Sol in medio Cali, & non festinavit occumbere spatio unius diei.* Josue, 10.

III°. *Invocavit itaque Isâas propheta Dominum ; & reduxit Umbram per lineas, quibus jam descenderat in Horologio Achas, retrorsum decem gradibus.* Reg. IV, 20.

IV°. *Firmavit orbem Terræ, qui non commovebitur.* Pf. 92.

*Generatio præterit & generatio advenit : Terra autem in æternum stat.* Eccles. 1.

ou tard sur lui , & l'accable du poids de sa ruine. En voici un exemple , qui sera à jamais mémorable.

L'Écriture sainte rappelle aux hommes que le Soleil dans sa marche majestueuse passe régulièrement de l'orient à l'occident , du midi au nord , du nord au midi ; sans s'écarter de la route que lui a assigné & tracé l'Arbitre suprême de la Nature : que cette *Marche fixe & régulière du Soleil* , a été cependant quelquefois miraculeusement interrompue , par une bienfaisance spéciale du Tout-puissant Dieu d'Israël ; & que ces bienfaits miraculeux méritent de la part de la Nation sainte , une éternelle reconnoissance. Tel est le sens général des différens Textes de l'Écriture , où il est fait mention du mouvement du Soleil & de la miraculeuse interruption de ce mouvement.

Mais n'est-il pas évident que ces différens Textes de l'Écriture , peuvent avoir indifféremment pour objet , ou le *Mouvement réel* , ou le *Mouvement apparent* du flambeau du monde : puisque l'une & l'autre espèce de mouvement , est également propre à faire sentir aux hommes & la puissance & la bienfaisance de l'Éternel , dans l'économie de la Nature & de la Religion ? Pourquoi donc restreindre tout à coup & sans examen , leur signification au seul mouvement réel ? Pourquoi exclure témérairement & sans raison , de leur signification , le mouvement apparent ?

L'unique objet des Auteurs sacrés , dans ces différens Textes : c'est de rappeler aux hommes les bienfaits naturels & surnaturels de la Providence ; de leur faire admirer la sagesse & chérir la bienfaisance de l'Être suprême , soit dans l'ordre de la Nature , soit dans l'ordre de la Religion ; & non de dogmatiser séchement sur des points de Physique & d'Astronomie (713). Ce dernier objet étant totalement étranger à la Religion & aux Mœurs , l'Écriture sainte en fait & en doit faire totalement abstraction.

L'Écriture sainte , en parlant des merveilles de la Nature , ou des miracles qui ont du rapport avec les merveilles de la Nature , n'en parle donc & n'en doit parler à la généralité des hommes , que d'après les apparences ; qu'en se conformant à la manière dont voir & entend la Multitude , qui n'est rien moins que philosophe & astronome. Il est donc clair que le sens des Textes sacrés , qu'on objecte contre le système de Copernic , n'est pas plus affecté au mouvement réel , qu'au mouvement apparent. Il est donc clair qu'on peut entendre indifféremment par ces Textes , ou le mouvement apparent ou le mouvement réel ; & dès-lors toute la force de l'objection cesse & s'évanouit.

RÉPONSE II. Après cette observation générale, dont la vérité se fait sentir à tout esprit que n'aveugle point le Fanatisme, je dis :

I<sup>o</sup>. Que dans les Textes sacrés qui attribuent au Soleil un mouvement d'orient en occident, du midi au nord, du nord au midi, il ne s'agit que d'un *Mouvement apparent* ; & que rien ne prouve qu'il s'y agisse d'un *Mouvement réel*.

Que ces expressions, *le soleil se leve, passe au méridien, se couche*, ne signifient autre chose dans l'Écriture, ainsi que dans la bouche des Astronomes de profession : sinon que le Soleil, mobile ou immobile, commence à éclairer l'horison, est dans sa plus grande élévation sur l'horison, finit d'éclairer l'horison ; & ainsi du reste.

II<sup>o</sup>. Que dans le Texte où il est rapporté qu'à l'ordre de Josué, le Soleil suspendit son mouvement pendant une durée égale à celle d'un jour, il ne s'agit non plus que d'une suspension de *Mouvement apparent* : que le Miracle conigné dans les Livres saints, est le même ; soit que le mouvement réel qui fut alors interrompu, se trouve dans le Soleil lui-même ; soit que ce mouvement n'existe que dans la Terre : qu'en supposant même que Josué eût été instruit du mouvement de la Terre & de l'immobilité du Soleil, il ne devoit point s'exprimer autrement ; parce que, s'il eût dit simplement que la Terre avoit miraculeusement suspendu son mouvement, personne n'eût compris le *Miracle mémorable* qu'il vouloit conigner & éterniser dans la mémoire de sa Nation : que ce Miracle mémorable consista en ce que, contre l'ordre de la Nature, la Terre cessa pendant un jour entier de se mouvoir & autour de son axe & dans l'Ecliptique : ce qui fit que le Soleil, contre le Cours naturel des choses, parut pendant un jour entier ou pendant une durée de tems égale à un jour, répondre constamment & persévéramment au même point du ciel : ce qui n'étoit jamais arrivé auparavant, & ce qui n'est jamais arrivé depuis lors.

III<sup>o</sup>. Que la rétrogradation miraculeuse du Soleil sous le regne d'Ezéchias, ne fut non plus qu'une *Rétrogradation apparente* ; & que ce miracle consista en ce que la Terre, au lieu de continuer à rouler sur son axe d'occident en orient selon le Cours naturel des choses, roula miraculeusement sur son axe en un sens opposé d'orient en occident ; & parcourut, en rétrogradant, un arc de dix degrés ; ce qui donna nécessairement au Soleil un semblable mouvement rétrograde dans son apparente révolution diurne : & que le Miracle est encore ici le même ; soit que le mouvement miraculeusement interrompu se trouve dans le Soleil, soit qu'il se trouve dans la Terre. (752).

IV°. Que les Textes que l'on cite pour établir le repos ou l'immobilité de la Terre, n'ont nullement le sens qu'on leur attribue. Par exemple,

Le Texte de l'Ecclésiaste, *Terra autem in aeternum stat*, met en contraste la déplorable caducité de la vie humaine, avec l'inaltérable durée de la Terre : il s'agit-là, non du repos ou de l'immobilité de la Terre, mais de sa permanence.

Le Texte du Psalmiste, *firmavit orbem terræ qui non commovebitur*, oppose la fragilité des ouvrages humains, à l'indestructibilité des ouvrages de l'Eternel. Les ouvrages des hommes tendent toujours à leur ruine par quelque endroit : mais le globe terrestre, qui est l'ouvrage du Créateur, n'a dans lui aucune cause qui l'altère, qui le décompose, qui doit en entraîner la destruction, qui s'oppose à son éternelle existence : il s'agit encore-là, dans le sens du Psalmiste, non du repos, mais de l'inaltérabilité de la Terre.

786. OBJECTION VIII. L'interprétation qu'on donne ici à l'Ecriture sainte, en substituant par-tout l'apparence à la réalité des Mouvements, ne tend à rien moins qu'à renverser de fond en comble toute la Religion. Car, en généralisant cette maniere d'interpréter les Livres saints : on pourra dire, par exemple, que le Verbe s'est incarné ou est mort pour les hommes, en apparence, & non en réalité. Et alors que devient tout le dépôt de la Révélation ? Il faut donc, selon l'Axiôme généralement reçu, prendre le *Sens naturel & obvie*, dans les Textes de l'Ecriture. Il faut donc renoncer à un systême, qu'on ne peut soutenir qu'en altérant le Sens naturel de l'Ecriture ; à un systême que le Tribunal de l'Inquisition, composé ou assisté d'un grand nombre de Cardinaux, a frappé de ses anathèmes, dans les ouvrages de Galilée.

RÉPONSE. I°. Sans entrer ici dans aucune discussion métaphysique sur la maniere d'expliquer les Textes sacrés qui paroissent susceptibles de différens sens : il est certain qu'on ne doit jamais donner à ces Textes, un sens absurde, un sens évidemment faux, un sens diamétralement opposé aux Vérités incontestablement établies, ou par la Raison, ou par la Révélation. Interpréter ainsi l'Ecriture, ce seroit fournir des armes à l'Impiété : ce seroit imprimer aux Livres saints, un caractère de mensonge & d'absurdité, incompatible avec la source divine que leur attribue la Religion.

Cet Axiôme suffit pour justifier authentiquement l'interprétation qu'on attaque. Car voici comment raisonne l'Incrédulité : en supposant avec Tycho-Brahé, que l'Ecriture attribue réellement le mouvement au Soleil, & le repos à

la Terre. *La Divinité n'est ni absurde, ni ignorante* : donc la Divinité n'a point inspiré des Livres qui combattent deux Vérités certaines & démontrées chez les Physiciens & chez les Astronomes, le mouvement de la Terre, & le repos du Soleil.

Ce raisonnement devient évidemment sans réplique : si l'on convient que l'Écriture, dans les Textes en question, a réellement le sens que lui donne & qu'est intéressée à lui donner l'Incrédulité. Donc le sens que nous venons de donner à l'Écriture, dans les Textes où il est fait mention du mouvement réel ou apparent du Soleil, loin d'être un attentat contre l'Écriture, est le seul sens dont elle soit raisonnablement susceptible.

II°. Il ne s'en suit pas de-là, qu'on puisse arbitrairement substituer par-tout dans l'Écriture, l'apparence à la réalité : parce qu'il n'y a peut-être dans toute l'Écriture, que le *Mouvement du Soleil*, où l'apparence & la réalité donnent les mêmes prodiges, les mêmes points de croyance, les mêmes motifs d'affection & de reconnoissance envers l'Être suprême. Il n'y a donc aucune induction à tirer, du mouvement du Soleil, à l'incarnation du Verbe.

La *réalité de l'Incarnation du Verbe*, est un dogme fondamental, qui est la base de toute la Religion ; & qu'aucune démonstration physique, qu'aucune observation astronomique ne détruit. La réalité du mouvement du Soleil, est un point totalement indifférent à la Religion, & inconciliable avec la théorie du Mouvement, avec les Loix de la Physique, avec les Observations astronomiques. Donc les raisons qui nécessitent à fixer le sens de l'Écriture au mouvement apparent dans les Textes qui concernent le Soleil, n'autorisent pas à substituer l'apparence à la réalité dans les Textes qui concernent l'Incarnation & une infinité d'autres objets.

Nous adoptons donc l'Axiome général, qu'il faut toujours entendre l'Écriture sainte dans le sens naturel & obvie : quand aucune raison solide & triomphante ne nécessite à l'entendre dans un sens différent.

III°. Qu'importe que le Tribunal de l'Inquisition, ait condamné autrefois le système de Copernic, dans les ouvrages de l'immortel Galilée ? Ce Tribunal n'est certainement ni l'Eglise assemblée, ni l'Eglise dispersée : sa décision surannée, qu'aucun souverain Pontife n'a approuvée, que l'Eglise n'a jamais adoptée, ne gêne donc en rien la façon de penser des Fideles sur cet objet.

Mais doit-on faire un crime à ce Tribunal, assisté alors de plusieurs Cardinaux, d'avoir proscrit le système de Copernic, d'avoir défendu de le soutenir comme une réalité,



comme une Vérité physique ? Non : parce qu'au tems où ce systême fut pros crit , on le regardoit comme contraire à l'Écriture , comme un sujet de scandale dans l'Eglise ; & qu'il est toujours à propos d'arrêter le cours du scandale , lors même que le scandale est mal fondé & n'affecte que les esprits foibles. C'est ainsi que dans les premiers siècles du Christianisme , quelques pieux Evêques proscrivirent le Culte des saintes Images : dans un tems où ce Culte mal compris devenoit une occasion d'Idolâtrie pour les Fideles tout ré-  
cemment arrachés au culte des Idoles.

Dans notre siècle , dans un siècle plus éclairé & moins fanatique que celui qui mit avec Galilée la Raïson & la Vérité dans les fers : le systême de Copernic n'alarme plus les ames pieuses ; ne présente plus rien d'opposé à l'Écriture , entendue comme elle doit l'être ; & les plus religieux personnages , dès-lors qu'ils ont des lumieres & sur la Physique & sur l'Astronomie , l'adoptent purement & simplement comme le seul vrai systême du monde.

787. OBJECTION IX. Ne pourroit-on pas concilier en partie les systêmes opposés en ce genre : en attribuant à la Terre un mouvement de révolution diurne sur son axe , dans le même point de l'Espace infini ; au Soleil , un mouvement de révolution annuelle autour de la Terre ; aux Planetes & aux Cometes , une révolution périodique plus ou moins longue autour du Soleil ; & aux Etoiles , un mouvement de révolution autour des poles de l'Ecliptique ? Dans cette hypothese , la Terre auroit une suffisante immobilité ; & le Soleil , les Planetes , les Etoiles , seroient délivrés de ce mouvement diurne , qui paroît & qui est en effet si révoltant.

RÉPONSE. Il n'est pas rare de trouver , dans la Physique comme dans la Société , de ces malhabiles Conciliateurs , de ces Maître-Jacques de Moliere dans l'Avare , qui fertiles en ressources mal imaginées , en expédiens mal concertés , n'ont d'autre mérite que de révolter également les deux Partis opposés. L'hypothese , dont il est ici question , en est un riche modele.

I°. Cette hypothese est hautement rejetée par les Partisans de la Terre immobile , s'il en reste encore quelques-uns : parce qu'il est évident que si les Textes de l'Écriture , qui en font l'unique base & l'unique soutien , attribuent réellement l'immobilité à la Terre ; le mouvement diurne de la Terre , est aussi opposé à ces Textes , que le mouvement annuel.

II°. Cette hypothese est hautement rejetée par tous les

Partisans de Copernic, par tous les Physiciens & par tous Astronomes : parce qu'il est évident qu'il n'est pas moins absurde de faire tourner autour de la Terre, contre toutes les Loix de la Physique & du Mouvement, le Soleil avec ses planetes & ses cometes, le Firmament avec toutes ses étoiles, dans l'espace d'un an ou de 25740 ans, que dans l'espace d'un jour. Ainsi cette hypothese n'est autre chose qu'une rêverie anti-philosophique à toute sorte d'égards.



## SECONDE SECTION.

### EXAMEN DU PLEIN ET DU VUIDE.

788. OBSERVATION. **D**E la question que nous allons ici examiner, dépend visiblement toute la Physique : elle mérite donc une philosophique attention.

I°. Tout est plein, selon Descartes : de sorte que si le Tout-Puissant vouloit aujourd'hui créer & placer entre le Soleil & les Etoiles voisines, un *Pouce cubique de matiere*, il lui faudroit reculer proportionnellement toutes les limites de l'Univers.

L'Espace immense, intercepté de toute part entre le soleil & les étoiles, est rempli d'un mélange de matiere globuleuse & de matiere subtile, dont l'ensemble forme un fluide qu'il nomme *Éther* ou *matiere éthérée*. Dans cette matiere éthérée, dans ce fluide sans cohésion & sans pesanteur, nagent quelques globes solides, les planetes & les cometes, avec leurs petites atmospheres. (163 & 164).

II°. Tout est presque vuide, selon Newton. Dans l'Espace immense qui sépare le Soleil des Etoiles, il n'y a d'autre matiere, que celle qui compose les six Planetes principales, les Planetes secondaires, & un certain nombre encore peu connu de Cometes. A l'exception de ce petit nombre de *Points solides*, entourés de leurs petites atmospheres ; à l'exception de quelques rayons de lumiere éparpillée dans l'immensité des espaces célestes, & qui ne doit être comptée pour rien à cause de son inconcevable division : tout est vuide dans notre Monde planétaire.

Ensorte que dans l'Espace immense, intercepté entre le soleil & les étoiles, le Plein n'est que comme un infiniment petit, en comparaison du Vuide ; & il est vraisemblable que la même chose a lieu dans l'espace qui sépare les unes des autres, les différentes Etoiles : lesquelles sont tout autant de

soleils destinés à éclairer un petit nombre de planetes & de cometes éparées dans le Vuide, & errantes autour d'elles.

*IDÉE EXACTE ET PRÉCISE DU VUIDE.*

789. OBSERVATION. Nous avons démontré dans nos Elémens de Métaphysique, que le Vuide est possible; que le Vuide & un Vuide infini existe hors de la Nature matérielle. (*Mét.* 242 & 246).

Il ne nous reste donc plus ici qu'à examiner la question de fait : savoir, si le Vuide existe réellement dans la Nature, dans l'espace intercepté entre le Soleil & les Etoiles plus ou moins éloignées. Mais auparavant il est important de se former une exacte idée du Vuide dont il est ici question.

I°. Le terme de *Vuide* présente une idée fort différente au Peuple & au Philosophe. Le Peuple entend par ce terme, un espace où n'existe aucun corps propre à affecter les sens : le Philosophe entend un espace où n'existe absolument aucune matière quelconque, sensible ou insensible.

Une bouteille dans laquelle il y auroit une grande quantité d'air condensé, une grande quantité de matière ignée, lumineuse, électrique, magnétique, seroit pour le Peuple une bouteille vuide. Pour que la capacité de cette bouteille fût un vrai Vuide, tel que l'entend le Philosophe : il faudroit qu'il n'y eût ni air, ni feu, ni lumière, ni aucune autre matière quelconque.

II°. Le Vuide dont il s'agit ici, est une privation de toute matière quelconque, sensible ou insensible, dans l'espace ou dans une immensément grande partie de l'espace intercepté entre le Soleil & les Etoiles.

Nous allons faire voir en premier lieu, que les divers mouvemens des Corps qui nous environnent, ne peuvent s'effectuer, sans laisser entre eux quelques *Vuides réels* plus ou moins grands : en second lieu, que les mouvemens des Planetes & des Cometes autour du Soleil, ne peuvent s'effectuer; sans supposer un *Vuide presque parfait* dans les Espaces célestes.

PROPOSITION I.

790. *Les Mouvemens des Corps qui nous environnent, ne peuvent s'effectuer : sans laisser une infinité de Vuides plus ou moins grands dans la Nature.*

DÉMONSTRATION. Il y a du mouvement dans la Nature : il y a des Corps dont les parties s'approchent ou s'éloignent les unes des autres : donc il y a du Vuide dans la Nature, où les Cartésiens veulent que tout soit plein. Je démontre la conséquence.

I°. Comme la Matière n'est point & ne peut point être infiniment divisée (67), de l'aveu même des Cartésiens : je prends dans la matière, deux *Elémens de l'espece la plus petite* ; & je les suppose contigus : sur quoi je raisonne ainsi.

Il consiste par les mouvemens que nous observons dans la Nature, que ces deux Elémens, ou deux autres élémens semblables, se séparent, s'écartent l'un de l'autre. Or, ces deux élémens ne peuvent se séparer sans laisser entre eux un *Vuide* qu'aucun corps ne peut occuper & remplir. Je le démontre.

L'un de ces deux Elémens ne peut s'éloigner de l'autre, de toute la longueur de son diamètre : qu'après s'en être éloigné auparavant de la longueur de son demi-diamètre. Or, dans cet instant où ces deux élémens, les plus petits qui soient dans la Nature, ne sont encore écartés l'un de l'autre, que de la *moitié d'un de leurs diamètres*, il y a entre eux un vuide qu'aucune matière ne peut occuper & remplir. Je le démontre. Pour que l'espace en question pût être occupé & rempli par une autre matière ; il faudroit qu'il y eût dans la Nature des élémens dont le diamètre entier fût égal à la moitié du diamètre des plus petits élémens : c'est-à-dire, qu'il faudroit qu'il y eût des élémens de beaucoup plus petits, que les plus petits de tous les élémens ; ce qui entraîne une palpable contradiction.

II°. Si un des plus petits élémens se trouve contigu à un autre élément d'une espece plus grosse : ces deux Elémens ne peuvent non plus se séparer, sans laisser entre eux un *Vuide* qu'aucune matière ne peut occuper.

Car il est évident que le plus petit élément doit s'écarter de l'élément contigu, d'une quantité égale à la *moitié de son diamètre*, avant de s'en écarter d'une quantité égale à tout son diamètre : donc le petit élément ne peut s'écarter & se séparer du grand, sans laisser un *Vuide* dans la Nature.

III°. Si un nombre immense d'élémens, de différente espece & de différente grosseur se trouvent unis en une seule masse solide ou liquide sans vuides : je dis encore que ces élémens ne peuvent se séparer, sans laisser entre eux une *infinité de Vuides* dans l'instant de leur séparation.

Car, soit cette masse, un mélange d'eau, de farine, d'argile, de différens sels, de différentes huiles, & de tous les fluides invisibles qui s'insinuent dans les corps. Pour que le *Vuide* soit banni de cette masse ; il faut que les interstices que laissent entre eux les élémens plus grossiers, soient remplis par d'autres élémens d'une espece plus petite : il faut que les vuides que laissent encore entre eux ces derniers,

soient encore remplis par d'autres élémens plus subtils ; & ainsi de suite , jusqu'à la totale contiguïté de tous les élémens dans tous les points de leur surface.

Or dans ce cas de contiguïté totale , les plus petits élémens de toute cette masse sont contigus , ou à des élémens aussi petits qu'eux , ou à des élémens plus grands qu'eux ; & dans l'une ou dans l'autre supposition , la séparation ne peut se faire , sans laisser des Vuides : comme on vient de le démontrer.

IV°. Il résulte de là qu'il faut nécessairement , ou que les élémens qui composent une goutte d'eau , par exemple , ne puissent jamais se séparer & s'écarter les uns des autres : ou que la séparation successive des élémens qui composent cette goutte d'eau , donne lieu successivement à l'existence d'une infinité de *petits Vuides*.

Or il est évident que le mouvement de séparation a lieu constamment & persévéramment , dans l'élément de l'eau , dans l'élément de l'air , dans l'élément du feu , dans tout le mécanisme du regne animal & du regne végétal , en un mot , dans toute la Nature exposée à nos observations. Donc , sans examiner encore si les grands *Vuides de Newton* existent , il est certain qu'il y a dans la Nature , du moins une infinité de petits Vuides ; & que le plein des Cartésiens est une vraie chimere , que détruisent les phénomènes de mouvement qui se montrent de toute part à nos yeux. C. Q. F. D.

791. OBJECTION. La *Matiere subtile de Descartes* , destinée à remplir les interstices répandus entre les deux autres élémens , peut être supposée d'une ductilité sans bornes. Quel inconvénient y auroit-il donc à dire que , tandis que deux élémens contigus de matiere subtile s'écartent d'un quart ou d'une moitié de leur diametre , une autre matiere subtile , en vertu de sa ductilité , se subtilise davantage pour remplir toujours l'espace que produit la séparation dans son commencement & dans ses progrès ?

RÉPONSE. Cette *infinie Ductilité* , qu'on est obligé d'attribuer à la *Matiere subtile* , dans l'hypothese du Plein , est la plus grande chimere d'une hypothese toute composée de chimeres.

I°. Nous avons prouvé ailleurs , que les élémens primitifs de la matiere , que les principes des corps , ont reçu du Créateur une masse fixe que rien ne peut entamer , une figure déterminée qui n'est sujette à aucune altération : sans quoi il n'y auroit plus de stabilité , plus d'uniformité , plus de permanence pour la Nature , que nous voyons cependant toujours semblable à elle-même. (145).

Pourquoi

Pourquoi la Matière subtile auroit-elle été soustraite à la Loi qui affecte tous les autres élémens ? Par quel mécanisme physique, ou plutôt par quelle vertu magique, la Matière subtile, ce Protée plus merveilleux que celui de la Fable, peut-elle prendre en un seul instant, une infinité de formes différentes, sans altérer sa nature primitive ?

II°. Mais supposons pour un moment la réalité de cette chimere, de cette infinie ductilité de la matière subtile ; & examinons-en les conséquences. Soient deux globules de lumière contigus globules d'une inconcevable petitesse.

Dans l'hypothese d'un *Plein parfait* : pour que ces deux globules puissent s'écarter l'un de l'autre de la longueur d'un de leurs diametres, il faut qu'une matière infiniment moindre vienne remplir par une infinité de couches successives l'espace qui se forme successivement entre eux ; espace égal à un de leurs diametres.

Ce n'est pas tout. Il faut maintenant que ce nombre infini de couches interposées entre ces deux globules de lumière, dans un espace égal à un de leurs diametres, se séparent les unes des autres : sans quoi la Nature entière seroit bientôt une masse privée de tout mouvement. Or il est clair qu'une couche ne peut se séparer de l'autre, d'une quantité égale à toute son épaisseur : sans s'en être auparavant écartée d'une quantité égale au quart, à la moitié, aux deux tiers, aux trois quarts de son épaisseur ; & ainsi de suite. Il faudra donc, pour éviter l'existence du Vuide dans cette séparation, qu'une infinité de nouvelles couches d'une matière subtile, infiniment plus atténuée que la précédente, viennent encore remplir les infiniment petits interstices que laisseront entre elles les couches en question, en s'écartant successivement du quart, de la moitié, de la totalité de leur épaisseur ; laquelle n'est déjà qu'une infiniment petite partie du diametre d'un globule comme infiniment petit.

Ce n'est pas tout encore. Pour séparer les unes des autres ces dernières couches, dont l'épaisseur est déjà infiniment moindre que celle des premières, laquelle est déjà infiniment petite : il faudra imaginer une infinité de nouvelles couches d'une matière toujours infiniment plus atténuée, pour les intercaler successivement entre les couches qu'on veut écarter & séparer sans qu'elles laissent des Vuides entre elles ; & ainsi de suite à l'infini. Quelle rêverie ! Quelle chimere !

#### PROPOSITION II.

792. Les phénomènes de Mouvement que nous observons autour

X x

*de nous dans les Corps terrestres, détruisent le Plein de Descartes, & démontrent l'existence des grands Vuides de Newton.*

DÉMONSTRATION. I°. Si tout est plein, s'il n'y a point de vuide dans la Nature: il est évident que les milieux dans lesquels se meuvent les corps solides, égalent en densité ces corps solides. Si ces milieux égalent en densité les corps solides; ils devroient, selon les *Loix de la communication du mouvement* (321), faire perdre aux corps solides, en un moment, tout leur mouvement: ce qui est visiblement contraire à l'expérience, dans une bombe ou dans un boulet de canon qui se meuvent dans l'air.

Donc il faut nécessairement qu'un boulet, que lance dans l'air la poudre enflammée, se meuve dans un milieu de très-peu de densité; dans un milieu qui ait une très-grande quantité de vuide; dans un milieu qui contienne incomparablement moins de matiere que n'en contient le boulet lui-même, qui a cependant déjà beaucoup de vuide, beaucoup plus de vuide que le solide. (199).

II°. Newton a observé & démontré par une foule d'expériences, que des spheres qui se meuvent dans l'air, éprouvent toujours une résistance proportionnelle à leurs surfaces; quelle que soit leur densité: par exemple, qu'un globe de carton d'un demi-pied de diametre, effuie dans l'air précisément la même résistance, qu'un globe de plomb de même diametre.

Or si tout étoit plein, comme le prétendent les Cartésiens: ces Spheres devroient éprouver, non simplement une résistance proportionnelle à leurs surfaces, mais une résistance proportionnelle & à leur surface & à leur densité. Car la matiere subtile étant d'une inconcevable subtilité, selon les Cartésiens eux-mêmes: il est clair qu'elle doit s'insinuer à travers les pores de ces spheres; & opposer une résistance, non-seulement aux parties solides extérieures, mais à toutes les parties solides, tant intérieures qu'extérieures. Donc elle doit opposer au mouvement de ces spheres, non simplement une résistance proportionnelle à leur surface, mais une résistance proportionnelle & à leur surface & à leur densité: ce qui cependant n'a point lieu. Donc l'hypothese du Plein est encore ici diamétralement opposée à l'expérience.

III°. Quand, par le moyen d'une Machine pneumatique, on a soutiré l'air contenu dans un long Tube de verre A B (*Fig. 11*): une plume légère, un petit brin de duvet, livrés à leur pesanteur, tombent au sein de ce tube, avec la même vitesse qu'une petite plaque d'or ou de plomb. (245).

Donc, en soutirant l'air de ce Tube, on diminue immensément la *densité du Milieu* dans lequel ces petits corps se meuvent : sans quoi ces petits corps, après l'exercice de la Pompe pneumatique, éprouveroient comme auparavant, une résistance proportionnelle à leurs volumes, qui les feroit tomber avec des vitesses inégales. Donc, après qu'on a pompé l'air de ce Tube, il y a incomparablement moins de matière dans ce Tube.

Donc l'Ether cartésien, qu'on ne soutire point en pompant l'air de ce Tube, ne produit rien moins qu'un *Plein parfait* dans la Nature : puisqu'il n'a pas assez de densité pour opposer une résistance sensible aux corps qui le traversent & qui le déplacent.

IV°. Il s'ensuit de ces différentes Expériences, que l'Atmosphère qui nous environne, n'a rien moins que la densité que lui suppose gratuitement & sans preuve le Cartésianisme : que cette Atmosphère renferme du Vuide & une très grande quantité de Vuide ; quantité qui peut être soumise au calcul, & déterminée d'après des principes fixes & certains.

Car on fait que la *densité de l'Air*, est proportionnelle au poids qui le comprime (619) ; & que l'Air est d'autant moins comprimé, que ses différentes couches s'éloignent plus de la surface de la Mer (662). D'où il s'ensuit que l'Air, qui est un corps déjà environ 800 fois moins dense que l'eau, auprès de la surface terrestre, diminue en densité & augmente en Vuide : à mesure que ses couches s'éloignent de plus en plus de notre globe.

Newton a trouvé par le calcul, qu'à la hauteur de 40 milles d'Angleterre, c'est-à-dire, d'environ treize lieues & demie de France, l'Air doit être environ mille fois plus rare & moins dense, qu'auprès de la Terre : qu'à la hauteur de 80 milles, ou de 27 lieues, l'Air doit être un million de fois plus rare & moins dense, qu'auprès de la Terre : qu'à la hauteur de 160 milles, ou de 54 lieues, l'air doit être 100000000000 fois moins dense, ou plus raréfié & plus vuide, que celui qui nous enveloppe & que nous respirons.

D'où il s'ensuit que si on pousse le calcul plus loin, on trouvera que la Lune, que les Planetes, que les Cometes, se meuvent dans un Vuide presque parfait. C. Q. F. D.

### PROPOSITION III.

793. Les phénomènes de Mouvement que nous observons loin de nous, dans les Planetes & dans les Cometes, détruisent le système du Plein & des Tourbillons ; & démontrent la nécessité & l'existence d'un Vuide presque parfait, dans les Espaces célestes.



DÉMONSTRATION. Deux Preuves également sensibles & plausibles, l'une tirée des Planètes, l'autre tirée des Comètes, vont établir conjointement cette proposition. (164).

I°. Il conste, par les Observations astronomiques, que les Planètes font leurs révolutions périodiques autour du Soleil, dans des *tems* plus longs pour les unes, & plus courts pour les autres; dans des *Courbes* dont le Soleil occupe un foyer, & non le centre; dans des *Plans* qui ne sont point parallèles entre eux, & qui s'entre-coupent les uns les autres: trois choses qu'il est impossible de faire quadrer d'une manière satisfaisante, avec l'existence du Plein & des Tourbillons.

Car en supposant que les six Planètes soient emportées autour du Soleil, par un immense Tourbillon ou par plusieurs immenses Tourbillons de matière subtile, telle que l'imaginent les Cartésiens (Fig. 124):

Conçoit-on comment, pendant que la Terre fait une révolution entière A D A autour du Soleil, Jupiter ne fera qu'un dixième & Saturne qu'un trentième de sa révolution?

Conçoit-on comment, les différens plans des orbites des Planètes s'entre-coupant les uns les autres; ces Planètes peuvent-elles avoir leurs révolutions fixes & réglées, à une matière impulsive qui se meuve ainsi en s'entre-coupant régulièrement & persévéramment sous différens angles?

II°. Il est certain que les Comètes sont des globes opaques, aussi anciens que le monde, assez semblables à nos Planètes. Il conste par les Observations astronomiques, que ces *Globes comètes*, en faisant persévéramment leurs révolutions périodiques autour du Soleil, se meuvent dans les Espaces célestes en toute sorte de sens & selon toute sorte de directions: les uns d'occident en orient, ainsi que la Terre, dans la direction M N O P M; les autres d'orient en occident, dans la direction *m n o p m*; ceux-là du midi au nord, dans la direction G H K L G; ceux-ci du nord au midi, dans la direction *g h k l g*; & ainsi du reste. (Fig. 125).

Mais s'il est vrai que l'impulsion du grand *Torrent de matière éthérée* emporte les Planètes A B C D A, d'occident en orient, autour du Soleil: n'est-il pas évident que l'impulsion de ce même *Torrent* doit arrêter la marche des Comètes qui vont d'orient en occident; doit détourner de leur route, les Comètes qui vont du nord au midi, ou du midi au nord; doit emporter dans la direction & avec une vitesse égale à la sienne, les Comètes qui vont d'occident en orient?

Presque toutes les Comètes dont on a les meilleures observations, quand elles sont venues dans ces régions du

ciel où se meuvent les Planetes, se font beaucoup plus approchées du Soleil, que la Terre A B C D A n'en est proche : elles ont presque toutes traversé les orbites de Saturne, de Jupiter, de Mars, de la Terre. (*Fig. 124 & 125*).

Comment ont-elles pu se plonger & s'enfoncer successivement dans les Tourbillons particuliers de ces différentes Planetes, tourbillons plus ou moins opposés à leur marche : sans altérer leur mouvement, sans déranger leur direction qui reste toujours la même ? Et après avoir été englouties pendant un tems considérable au sein de ces différens Tourbillons, jusqu'au voisinage même du Soleil : comment ont-elles pu s'en échapper ? Comment & par quel miracle ont-elles résisté persévéramment à la force impulsive des différens tourbillons de Saturne, de Jupiter, de Mars, de la Terre : tourbillons qui auroient dû chacun les entraîner dans leur propre direction ? Comment & par quel miracle, étant forties victorieuses du sein de ces différens abîmes, & se trouvant transportées au-dessus du tourbillon de Saturne, avoient-elles encore quelquefois plus de vitesse que Saturne & que Jupiter : quoique, selon les Cartésiens eux-mêmes, les différentes Couches des Tourbillons, aient une révolution toujours plus lente, à mesure que ces couches s'éloignent du Soleil, centre commun de toutes les révolutions ?

III°. Il résulte évidemment de tout ce que nous venons d'observer sur les mouvemens réguliers & périodiques des Planetes & des Cometes autour du Soleil, centre commun de leurs révolutions ; que ces mouvemens en tant de sens si différens & si opposés, ne peuvent s'effectuer que dans un *Espace parfaitement libre*, que dans un espace totalement incapable & d'impulsion & de résistance ; que dans un espace vuide ou comme vuide.

Donc les Espaces célestes, où s'effectuent en tout sens & à toute distance, les mouvemens réguliers des Planetes & des Cometes, sont évidemment des *Vuides immenses*, tels que les admet Newton.

Donc le système, du Plein & des Tourbillons, enfanté par Descartes, réformé par Malebranche, long-tems soutenu & à la fin abandonné par les plus beaux Génies des différentes Nations, n'est qu'un *brillant Roman*, dont tous les grands phénomènes de la Nature attestent & démontrent la chimere, qui peut flatter & séduire l'Imagination, mais qui s'écroule & s'évanouit, quand on le confronte avec l'Expérience, avec les Observations astronomiques, avec la théorie du Mouvement, en un mot, avec la Raison éclairée.  
C. Q. F. D.

## OBJECTIONS A RÉFUTER.

794. OBJECTION I. L'*Ether cartésien*, ou la matiere globuleuse & subtile qui emplit l'immensité des Cieux, n'a point de pesanteur: puisqu'il est lui-même la cause de la pesanteur; & que la cause doit être nécessairement distinguée de l'effet: donc cet Ether ne peut & ne doit opposer aucune résistance au mouvement des comètes. Je prouve la conséquence.

Un *Globe de cire*, posé sur un Plan horizontal, exige une certaine quantité de force motrice, pour être mu dans la direction ou contre la direction du plan: parce que ce globe a une pesanteur, par laquelle il tend contre le plan, par laquelle il résiste à tout mouvement opposé à la direction de la pesanteur.

Mais que ce même Globe de cire, soit plongé dans un Liquide de même pesanteur spécifique que lui: alors ce globe, en équilibre avec ce liquide, se trouve sans pesanteur; & l'expérience apprend qu'une force infiniment petite suffit pour le mouvoir en un sens quelconque dans ce liquide. Donc les Corps ne résistent au mouvement, que par leur pesanteur: donc l'*Ether cartésien*, qui est supposé n'avoir point de pesanteur, ne peut opposer aucune résistance au mouvement des Planetes & des Comètes.

RÉPONSE. Il seroit difficile de réunir plus de paradoxes, plus de choses fausses, antipathiques, inconséquentes, en moins de mots. Examinons en détail les différentes parties de cette objection.

I°. Nous ferons voir bientôt que toute Matiere, solide ou liquide ou fluide, a une *Pesanteur inhérente à sa nature*, & indépendante de l'*Ether cartésien*: que cette pesanteur inhérente à tout corps, à toute matiere quelconque, est l'effet d'une *Loi générale de la Nature*, en vertu de laquelle tous les Corps ont une tendance générale les uns vers les autres; tendance toujours proportionnelle à la masse du Corps attirant, divisée par le carré de la distance du Corps attiré. (800 & 805).

II°. Quand même l'*Ether cartésien* seroit sans pesanteur, il ne s'ensuivroit pas qu'il fût sans résistance. Car il y a dans les Corps, une *Force d'inertie*, une résistance au mouvement, indépendante de leur pesanteur. Je le démontre.

Soient deux globes d'un demi-pied de diametre, l'un de plomb & l'autre de carton, l'un très-pesant & l'autre très-léger. Si, livrant successivement ces deux globes à leur gravité, & les laissant tomber perpendiculairement à l'horizon, je les frappe l'un & l'autre d'un grand coup de marteau pendant cette chute verticale: j'éprouve une *Résistance*

qui évidemment ne peut pas venir de leur pesanteur ; puisqu'on voit que la pesanteur, loin de s'opposer une résistance, soustrait au contraire le globe frappé, au coup que je lui porte. Donc ces globes ont une résistance indépendante de leur pesanteur ; & il est clair qu'on peut dire la même chose de toute autre matière.

En vain dirait-on que la Résistance que j'éprouve, a pour cause la pesanteur de l'Air dans lequel se meurt le globe frappé. Car si l'Air étoit la cause unique de la résistance que j'éprouve : le globe de carton & le globe de plomb, déplaçant une égale colonne d'air, s'opposeroient une égale résistance : ce qui est évidemment contraire à l'Expérience, qui m'apprend que le globe de plomb résiste plus que le globe de carton. Donc les Corps ont une résistance indépendante de leur pesanteur, une résistance inhérente à leur nature, une résistance proportionnelle à leur densité, une résistance née de leur Force d'inertie. (286).

Donc, quand même l'Ether cartésien seroit sans pesanteur, comme on le suppose gratuitement : il ne s'ensuivroit pas que cet Ether fût sans résistance.

III°. L'expérience du *Globe de cire*, est-elle bien décisive ? Ce globe, plongé dans un Liquide d'égale pesanteur, est-il réellement sans pesanteur ? Non, car sa pesanteur est actuellement employée à soutenir à une certaine élévation, un volume du Liquide, égal au volume du globe.

La pesanteur du globe & la pesanteur du Liquide qu'il déplace, se détruisent dans leurs effets égaux & opposés, mais non dans leur nature toujours réciproquement en action contre la force opposée. Cette pesanteur du globe plongé dans le Liquide, agit sans cesse : donc elle subsiste ; donc elle n'est point détruite. (583 & 584).

IV°. Mais supposons encore, si l'on veut, ce *Globe de cire*, sans pesanteur dans son Liquide ; & avec une ficelle, tirons-le très-rapidement dans une direction horizontale ou verticale au sein du Liquide. On éprouvera, en le mouvant ainsi, une résistance qui croîtra comme le carré de la vitesse : quoique la pesanteur du Liquide n'oppose aucune résistance au mouvement horizontal ou vertical de ce globe en équilibre avec le Liquide.

Donc il y a dans les Corps, une résistance indépendante de la pesanteur. Donc quand même l'Ether cartésien seroit sans pesanteur, supposition qui ne peut quadrer avec les Loix établies par le Créateur dans l'ordre présent de la Nature : cet Ether n'en seroit pas moins propre à opposer une immense résistance aux globes célestes qui se meuvent dans son sein, dans un sens plus ou moins opposé à sa direction.

V°. Il est clair qu'il ne peut pas y avoir une percussïon réelle & proprement dite entre deux Corps, sans une *Résistance réciproque* entre le corps frappé & le corps frappant.

Car le corps frappé a une résistance au mouvement, qui ne peut être vaincue que par une *Résistance supérieure & opposée* dans le corps qui tend à le déplacer. Comment le corps frappant déplacera-t-il le corps frappé, si ce corps frappant ne *résiste pas efficacement* à l'action & à la résistance que lui oppose le corps frappé ?

Donc si l'Éther cartésien entraîne les Planetes par son impulsion, comme le prétendent Descartes & ses Disciples : il faut nécessairement que cet Ether ait une résistance opposée à la *Force d'inertie des Planetes*, & supérieure à cette force d'inertie. Donc si l'Éther cartésien est la cause mécanique dont l'action toujours subsistante meut les Planetes dans sa direction : cette même action plus ou moins grande, plus ou moins efficace, doit évidemment produire un semblable effet sur les Cometes.

VI°. Les Cometes sont la vraie *Pierre-de-touche* du Système cartésien. Car, ou les Tourbillons sont la cause physique des mouvemens célestes ; & alors leur influence mécanique doit être la même, & pour les Planetes, & pour les Cometes : ou ces Tourbillons sont sans action contre les Cometes ; & alors ils doivent être également sans action contre les Planetes.

Si les Tourbillons sont sans action : ils sont parfaitement inutiles dans la Nature. S'ils ont une action : elle est opposée aux phénomènes de la Nature ; elle doit en mille & mille manières se troubler, se confondre, s'altérer, se détruire.

Donc les Tourbillons ne sont qu'une *vaine & brillante chimere*. Donc la vraie cause physique des mouvemens célestes, n'est point l'Impulsion des Tourbillons.

795. OBJECTION II. Les Espaces célestes sont remplis d'une immense quantité de matiere lumineuse. Car, en quel que point du ciel que l'on suppose un œil placé : cet œil en recevra une impression sensible, qui lui tracera l'image du Soleil. Or cette immense quantité de matiere lumineuse, qui existe évidemment dans les espaces célestes, n'est autre chose que l'Éther cartésien : donc l'Éther cartésien existe.

RÉPONSE. La Lumiere répandue dans les espaces célestes, n'a rien de commun avec le Plein de Descartes, n'a rien d'opposé aux Vuides immenses de Newton, n'a rien d'incomparable avec la liberté & la régularité des Mouvemens célestes : comme il est facile de le démontrer & de le faire sentir.

I°. Cette Lumiere n'a rien de commun avec les Tourbillons des Descartes. Car les Tourbillons de Descartes se meuvent dans une direction commune, à peu près parallele à une surface de sphere : au lieu que cette Lumiere se meut en ligne droite, dans la direction des rayons d'une sphere dont le Soleil est le centre. Les Tourbillons de Descartes conservent toujours & par-tout la même densité, au lieu que cette Lumiere décroît en densité, comme le quarré de sa distance au point lumineux, augmente. (719).

II°. Cette Lumiere n'a rien d'incompatible avec les *grands Vuides de Newton*. Car quoique, dans l'immensité des Cieux, on ne puisse assigner aucun espace, où un œil placé ne reçoive un nombre de rayons capables de lui tracer l'image plus au moins grande, plus ou moins sensible, du Soleil & des différentes Etoiles : il ne s'ensuit pas de-là qu'il y ait une bien grande quantité de matiere lumineuse dans les espaces célestes.

Pour concevoir comment ces infiniment petits jets de Lumiere, qui se croisent & s'entre-coupent en mille & mille sens dans chaque point sensible des Espaces célestes (722 & 693), ne détruisent point les Vuides immenses de Newton : il faut se rappeler ici ce qui a été dit ailleurs, & sur la division, & sur la divisibilité de la Matiere. En parlant de cette division & de cette divisibilité de la Matiere, nous avons fait voir, par une foule d'expériences, que la matiere est divisée au-delà de tout ce que notre imagination peut concevoir : nous avons fait voir par le raisonnement, que la divisibilité de la Matiere n'a point de bornes assignables ; & qu'une *portion quelconque de matiere*, par exemple, un grain de sable ou une aile de mouche, divisée & subdivisée à volonté en molécules toujours plus petites, peut être distribuée dans un espace d'une grandeur quelconque, dans tout l'Espace qui sépare le Soleil & les Etoiles ; en telle sorte que les Vuides qui resteront dans cet espace, entre une molécule & la molécule voisine, soient moindres chacun qu'un millionième, qu'un cent millionième de ligne. (61).

Que l'on suppose la Matiere lumineuse ainsi divisée, ainsi atténuée, comme elle l'est en effet (41) ; & l'on concevra sans peine comment elle peut être répandue dans tous les points sensibles de l'immensité des cieux, sans nuire aux grands Vuides de Newton : puisqu'une quantité de matiere lumineuse, égale en masse à un grain de sable ou à une aile de mouche, peut être divisée en des portions & en des molécules si petites, qu'on en pourra supposer plusieurs dans chaque point sensible de l'immensité des cieux : sans que la somme de toutes ces parties réunies ou dispersées, cesse d'être

tre une quantité égale à un grain de sable ou à une aile de mouche ; quantité évidemment nulle en comparaison de l'immensité de l'Espace qui reste vuide de toute part , autour de ce nombre comme infini de molécules répandues partout dans son sein.

796. OBJECTION III. Quelle richesse, quelle abondance, quelle grandeur, dans les Ouvrages du Créateur, dans l'hypothèse du Plein ! Quelle pénurie, quelle petitesse, dans ces mêmes Ouvrages, dans l'hypothèse des grands Vuides ! Selon Descartes : Dieu a créé un monde immense, un monde plein, un monde où tout est être. Selon Newton : Dieu n'a créé, dans l'Espace éternel & infini comme lui, que quelques *petits Points solides*, séparés par des Vuides immenses ; qu'un Monde à peine comparable à un squelette décharné ; qu'un Ouvrage où l'être est infiniment petit, & le Néant infiniment grand.

RÉPONSE. L'Ouvrage du Créateur est assez grand & assez magnifique par lui-même : pour n'avoir pas besoin d'une *fabuleuse boursoufflure*, qui l'enrichisse & qui l'agrandisse.

Dans l'espace éternel & infini, où rien n'existoit que Dieu, la *Voix féconde* du Tout-Puissant, fit sortir du Néant un nombre immense de Globes opaques ou lumineux, de différente nature & de différente grandeur. Il commanda aux *Globes lumineux*, de rouler sur leur axe & sur eux-mêmes ; de fermenter dans toute leur substance ; & de darder incessamment de leur sein, en rayons divergens, dans l'Espace vuide & incréé, une matière infiniment subtile, animée d'une inconcevable vitesse que rien ne détruit. Il commanda aux *Globes opaques*, de rouler sur leur axe & sur eux-mêmes ; de rouler encore en différens sens autour d'un globe lumineux, en vertu d'un mouvement projectile & d'un mouvement centripète qu'il leur imprima (771), & que rien ne détruit dans l'Espace vuide & incréé. Tel est dans sa généralité, l'Ouvrage du Créateur : ouvrage infiniment simple, infiniment grand, infiniment digne & de la sagesse & de la puissance de son Auteur.

La brillante & féconde *Imagination de Descartes*, osa entreprendre de remplir les vuides de cette admirable Machine ; osa lui prêter une infinité de chimériques ressorts, dont elle n'a pas besoin, qui l'embarraissent, qui ne peuvent que la ruiner & la détruire. Le *sublime génie de Newton*, a fait main-basse sur tous ces ressorts postiches, sur tout cet échafaudage étranger à la Nature ; & a réduit l'Ouvrage du Créateur, à n'être dans nos idées, que ce qu'il est en lui-

même. Tel est l'honorable reproche qu'on ose faire à Newton, dans un Ouvrage qui eût rétabli le regne des Tourbillons : si le génie pouvoit réaliser la Fable & la Chimere.



### TROISIEME SECTION.

#### EXISTENCE ET LOIX DE L'ATTRACTION.

797. DÉFINITION. *L'ATTRACTION* est une tendance permanente des Corps les uns vers les autres ; un mouvement par lequel ils tendent sans cesse à s'approcher les uns des autres : quelle que soit la cause de cette tendance ou de ce mouvement. (80 & 84).

I°. En vertu de cette *Attraction mutuelle des Corps*, attraction qu'on nomme aussi gravitation ou pesanteur, la Lune tend sans cesse à s'approcher de la Terre ; & si rien ne s'opposoit à cette attraction ou à cette tendance de la Lune vers la Terre, la Lune se précipiteroit avec un mouvement accéléré vers la Terre, par une ligne droite menée du centre de la Lune au centre de la Terre.

II°. En vertu de cette *Attraction mutuelle des corps*, la Terre rend aussi sans cesse vers la Lune ; & si rien ne s'opposoit à cette attraction ou à cette tendance de la Terre vers la Lune, la Terre se porteroit sans cesse avec un mouvement accéléré vers la Lune, par une ligne droite menée du centre de la Terre au centre de la Lune.

III°. Il y a une *semblable Attraction* entre la Terre & le Soleil, entre le Soleil & la Terre. Si rien ne s'opposoit à l'attraction mutuelle de ces deux globes : ils tendroient réciproquement l'un vers l'autre, par une ligne droite menée du centre du Soleil au centre de la Terre.

On peut dire la même chose de l'Attraction réciproque entre la Terre & Mars, entre Mars & la Terre ; & ainsi de tous les autres Corps célestes & terrestres.

798. DIVISION. L'Attraction d'un corps à l'égard de l'autre, par exemple, de la Terre à l'égard de la Lune, est à la fois & active & passive.

I°. On nomme *Attraction active d'un corps*, l'action qu'il exerce contre le corps attiré ; le mouvement qu'il imprime vers soi, au corps par lui attiré. Par exemple, la Terre a une vertu attractive à l'égard de la Lune : en vertu de laquelle la Terre fait naître dans la Lune, une tendance vers la Terre.



Cette action de la Terre sur la Lune, ce mouvement imprimé à la Lune par l'action de la Terre, est l'Attraction active de la Terre à l'égard de la Lune.

II°. On nomme *Attraction passive d'un corps*, l'action qu'il effuie de la part du corps attractif, le mouvement qui tend à l'emporter vers le corps qui l'attire. Par exemple, la Terre, en attirant la Lune vers son centre, est en même tems attirée par la Lune vers le centre de la Lune.

Cette tendance de la Terre vers la Lune, ce mouvement vers la Lune, imprimé à la Terre par l'action attractive de la Lune, est l'attraction passive de la Terre à l'égard de la Lune.

On conçoit par là que la Lune a aussi & son attraction active, par laquelle elle attire la Terre; & son attraction passive, par laquelle elle est attirée vers la Terre. On peut dire la même chose de deux autres Corps quelconques, dont on compare entre elles les attractions. mutuelles & réciproques.

799. REMARQUE. L'unique chose qui révolte communément dans l'Attraction : c'est la fausse idée qu'on se forme & de sa nature & de sa cause. Eclaircissions ce double objet; & l'Attraction n'aura plus rien qui puisse prévenir contre elle; qui puisse empêcher un Amateur de la Physique, d'examiner & d'apprécier paisiblement les preuves qui la fondent & qui l'établissent.

I°. Il ne faut point se figurer l'*Attraction active des Corps*, comme une qualité intrinsèque à leur nature, comme une vertu active & efficace de la matière, comme une influence occulte des corps eux-mêmes, comme une force ou une action indépendante de l'action libre & permanente du Créateur. Envisager ainsi l'Attraction des Corps: ce seroit rendre à la Physique la *chimere des Qualités occultes*, dont l'heureusement purgé la saine Raison, dans ces derniers siècles. (*Mét.* 98 & 99).

II°. Quelque parti que l'on prenne sur la cause occasionnelle de la Gravitation des corps, soit qu'on l'attribue à l'Impulsion, avec Descartes; soit qu'on la fasse naître de l'Attraction, avec Newton: il est certain que le mouvement de gravitation a pour *Cause efficiente*, non l'action même de la Matière, non l'action de quelque qualité créée inhérente à la Matière; mais l'action efficace & permanente du Créateur, unique cause efficiente de tout mouvement dans la Nature. (74 & 76).

Descartes & Newton n'ont aucun différend, sur cet objet. Ils supposent l'un & l'autre, & tous leurs Sectateurs respectifs

supposent assez unanimement avec eux, que la *Gravitation des Corps*, ainsi que tout autre Mouvement de la Nature, a pour cause efficiente l'action permanente du Créateur. Mais ils ne s'accordent pas de même sur la cause occasionnelle de ce Mouvement de gravitation.

Descartes prétend que la Gravitation des Corps a pour cause occasionnelle, l'*Impulsion d'une matiere*; ou que le Créateur n'imprime aux Corps ce mouvement qui les fait tendre les uns vers les autres, qu'à l'occasion du contact, du choc, de l'impulsion d'une matiere élançee contre ces corps.

Newton prétend au contraire, que la Gravitation des corps a pour cause occasionnelle, non l'impulsion d'aucune matiere quelconque, mais la *simple Co-existence de ces Corps*; ou que le Créateur imprime à tous les Corps co-existans, soit dans le Vuide, soit hors du Vuide, un mouvement qui les fait tendre les uns vers les autres, selon certaines Loix fixes: sans qu'aucun contact, qu'aucun choc, qu'aucune impulsion, lui en fournisse l'occasion.

III°. Quelle est donc, dans le Systême newtonien, la Cause occasionnelle qui engage l'Auteur de la Nature, à imprimer & à conserver persévéramment aux Corps, ce mouvement qui les fait tendre les uns vers les autres, & que nous nommons indifféremment attraction, pesanteur, gravitation ?

La cause occasionnelle de ce mouvement de gravitation, est une *Loi primitive de la Nature*; ou une Volonté efficace & permanente du Créateur, lequel a voulu & discerné que tous les Corps co-existans autour du Soleil, eussent une tendance réciproque & permanente les uns vers les autres.

La simple Co-existence de ces Corps, sans le secours d'aucune impulsion reçue dans ces corps, suffit au Créateur pour l'engager, conformément à la Loi par lui établie, à produire persévéramment dans ces corps, le mouvement qui les porte sans cesse les uns vers les autres. Telle est, selon Newton, la cause occasionnelle de l'*Attraction mutuelle des Corps*, dans la Nature.

#### PROPOSITION FONDAMENTALE.

800. *L'Attraction existe: l'Attraction est une Loi générale de la Nature.*

DÉMONSTRATION. I°. L'Attraction, ou la Pesanteur ou la Gravitation, n'est autre chose qu'une *Tendance permanente des Corps les uns vers les autres, vers certains centres communs*. Or, une telle tendance existe évidemment dans les

Planetes & dans les Cometes , à l'égard du Soleil ; dans les Satellites à l'égard de leur Planete principale : donc l'Attraction existe évidemment & se manifeste également dans ces différens corps.

II°. Cette *Tendance permanente* des Globes célestes vers le centre de leur mouvement , n'a point pour cause l'impulsion d'une matiere qui les heurte & qui les presse vers ce centre de leur mouvement : puisque ces corps se meuvent incontestablement dans des espaces vuides ; dans des espaces où il n'y a aucune matiere propre à leur imprimer une impulsion sensible & efficace ; dans des espaces où la seule matiere qui puisse les heurter , la matiere lumineuse , tendroit plutôt à les éloigner du centre vers lequel ils gravitent , du centre du Soleil. (792 & 793).

Donc il y a dans ces Corps une *Attraction indépendante de l'impulsion* , une attraction qui n'a pour cause occasionnelle que leur co-existence & la Loi primitive du Créateur , une attraction telle que l'admet Newton.

III°. L'ensemble de ces différens Corps , des Planetes & des Cometes , forme toute la Nature soumise à nos observations , en ce genre : donc toute la Nature soumise à nos observations , est assujettie à l'attraction.

Donc , par un Jugement d'analogie (*Mét.* 101) , on doit présumer le même regne de l'Attraction , dans la partie de la Nature qui échappe à nos observations ; par exemple , dans les Cometes encore inconnues , à l'égard de notre Soleil ; dans les Planetes & dans les Cometes qui vraisemblablement font leurs révolutions autour des différentes Etoiles. Donc l'Attraction est une Loi générale de la Nature. C. Q. F. D.

#### LOIX GÉNÉRALES DE L'ATTRACTION.

801. LOI I. *L'Attraction active & passive des Corps , est réciproque : ou tout corps attire le corps par lequel il est attiré.*

DÉMONSTRATION. Soient , par exemple , la Terre & la Lune , placées à une grande distance l'une de l'autre , dans le Vuide immense des cieux. Nous avons à prouver que la Terre exerce une attraction sur la Lune ; & la Lune une attraction sur la Terre. (*Fig.* 124).

I°. Il est certain que la Lune & toutes les parties de la Lune , ont une tendance permanente vers le centre de la Terre : puisqu'évidemment il n'y a aucune autre cause qui puisse captiver & retenir la Lune dans son orbite ; qui puisse infléchir sans cesse son mouvement , & l'empêcher de s'effectuer à chaque instant dans la direction de la Tangente à sa courbe , selon l'exigence naturelle du mouvement. (308).

Or, cette tendance ou cette gravitation de la Lune vers la Terre, n'a & ne peut avoir pour cause, dans le Vuide des espaces célestes, que l'Attraction active de la Terre: donc la Terre exerce une Attraction active sur la Lune.

II°. Il n'est pas moins certain que les différentes parties de la Lune, ont une tendance permanente vers le centre de la Lune: sans quoi, tandis que la Lune tourne sur son centre & sur son axe, en environ un mois; toutes les parties qui composent sa surface & qui sont détachées de cette surface, telles que les eaux, les sables, l'air, & autres substances semblables, s'échapperoient nécessairement par la Tangente à la Courbe de rotation, en vertu de la force centrifuge que leur donne ce mouvement de rotation.

Or cette tendance ou cette gravitation des différentes parties de la Lune vers le centre de cet astre, n'a & ne peut avoir pour cause, dans le Vuide des espaces célestes, que l'Attraction active de la Lune elle-même: donc la Lune exerce une Attraction active sur ses différentes parties.

III°. Mais si cette Attraction active de la Lune, s'étend depuis son centre jusqu'à sa surface: pourquoi ne s'étendrait-elle pas avec plus ou moins de force jusqu'à la Terre; qui dans ce cas souffrira une attraction passive de la part de la Lune? Et alors la Terre sera attirée par la Lune: ainsi que la Lune est attirée par la Terre?

L'Attraction active de la Terre, ne se borne pas à empêcher que les mers, que les rivières, que toutes les parties détachées de la surface terrestre, que toute la masse de l'Atmosphère, ne s'échappent par la Tangente, en vertu de la Force centrifuge que leur imprime la révolution diurne de la Terre autour de son axe. Cette Attraction active de la Terre, étend son action décroissante jusqu'à la Lune, dont elle infléchit sans cesse le mouvement vers le centre de la Terre.

Pourquoi l'Attraction active de la Lune, seroit-elle restreinte à sa sphère & limitée dans sa sphère? On ne peut assigner aucunes limites à l'action attractive de la Terre: sur quel principe & sur quel fondement assigneroit-on des limites à l'action attractive de la Lune: action dont les effets surprenans se font d'ailleurs sentir journellement dans le grand & permanent phénomène du flux & du reflux de la Mer.?

Il est donc bien démontré qu'il y a une attraction mutuelle & réciproque entre la Terre & la Lune: que la Terre attire la Lune, & est attirée par la Lune; & réciproquement.

IV°. On peut appliquer la même théorie, au Soleil & à une Planète ou Comète quelconque. Le Soleil a un mouvement de révolutions sur lui-même: & tourne autour de son axe sensiblement immobile, en 25 jours & demi; & sa vertu

attractive, qui captive & retient autour de son centre, les différentes parties qui le composent, va captiver & retenir Jupiter dans son orbite. Jupiter a aussi un mouvement de révolution sur lui-même : il tourne autour de son axe errant & mobile, en 9 heures 56 minutes. Pourquoi la vertu attractive de Jupiter, qui empêche toutes ses parties de céder à leur force centrifuge & de s'enfuir par la Tangente, ne s'étendrait-elle pas hors de sa sphère & jusqu'au Soleil ?

V°. Et comme nous sommes forcés d'attribuer la même Vertu attractive à tous les Corps célestes, Planetes ou Comètes, sur lesquels nous pouvons faire des observations : nous devons, par une Induction philosophique ou par un Jugement d'analogie que rien ne dément, la regarder comme appartenant à toute la Matière.

Il faut donc reconnoître que l'Attraction des Corps, est par-tout réciproque ; ou que tout corps attire le corps par lequel il est attiré. C. Q. F. D.

802. LOI II. *L'Attraction active, ou la Force par laquelle un corps attire un autre corps, est proportionnelle à la masse du Corps attirant.*

DÉMONSTRATION. L'Attraction active des Corps étant réciproque ; il est clair qu'elle doit convenir à toutes les parties d'un Corps : il est clair que chaque partie doit avoir une Attraction active qui lui soit propre.

Donc la Force attractive d'un Corps, doit être d'autant plus grande ou d'autant plus petite, que ce corps a plus ou moins de parties attractives. Donc la force attractive d'un corps doit être proportionnelle à sa masse. C. Q. F. D.

803. COROLLAIRE. *Si deux Corps, par exemple la Terre & la Lune, étoient livrés à l'unique force de leur Attraction réciproque : ils s'approcheroient l'un de l'autre, en parcourant des espaces qui seroient en raison inverse de leurs masses :*

*Et le Point où ils se rencontreroient, doit être regardé comme le centre commun de leur action attractive ; relativement à un troisième Corps qui seroit attiré conjointement par les deux premiers. (Fig. 126).*

DÉMONSTRATION. Soit la masse du corps A, égale à 10 : la masse du corps B, égale à 1.

1°. Selon la démonstration précédente ; le corps A exerce sur le corps B, une force attractive comme 10 : tandis que le corps B n'exerce sur le corps A, qu'une force attractive comme 1. Donc, les effets étant nécessairement comme les causes qui les produisent : le corps B se mouvra vers le corps A, avec une vitesse comme 10 ; tandis que le corps A

A ne se mouvra vers le corps B, qu'avec une vitesse comme 1.

Donc les espaces parcourus seront en raison inverse des masses; & ces deux corps, en tendant l'un vers l'autre, se rencontreront en un point C, dix fois plus près du corps A que du corps B.

II°. Si on suppose maintenant que le corps A & le corps B, immobiles chacun en leur place malgré leur Attraction réciproque, attirent conjointement vers eux un troisième Corps D; il est clair que ce corps D, livré à l'action de ces deux forces conspirantes A & B, doit tendre vers l'une & vers l'autre, en suivant la diagonale DC d'un parallélogramme construit sur la direction & sur la proportion des deux forces qui agissent sur lui. (345).

Ce corps D s'approchera donc d'autant plus du corps A: que le corps A a plus de masse & de vertu attractive que le corps B.

804. LOI III. *L'Attraction passive d'un Corps, ou la quantité de mouvement que reçoit un corps en vertu de l'Attraction active qu'il essuie, est proportionnelle à la masse du corps attiré.* (Fig. 126).

DÉMONSTRATION. L'Attraction passive d'un Corps, n'est autre chose que sa gravitation ou sa pesanteur. Or la gravitation ou la pesanteur est proportionnelle à la masse du Corps qui gravite.

Car il consiste par les observations, que dans un Espace libre, dans le Vuide, tous les corps tombent avec une égale vitesse; en vertu de leur gravitation dont la cause physique est l'Attraction active de la Terre. Par conséquent la Terre, par sa vertu attractive, n'imprime pas plus de vitesse à une plume qu'à une bombe, ou à une bombe qu'à une plume. (245).

Or les Vitesses étant égales dans le Vuide, ou les attractions passives se montrent en liberté & sans obstacle: il est clair que les quantités de mouvement dans différens corps, sont entre elles comme les masses de ces corps. (273).

D'où il résulte que le Corps B, par exemple, en vertu de son *Attraction passive* proportionnelle à sa masse, se mouvra vers le Corps attirant A, avec une quantité de mouvement ou avec une force motrice comme 1, si la masse de ce corps B est comme 1: avec une force motrice comme 100, si la masse de ce même corps B est 100 fois plus grande que 1; & ainsi du reste. C. Q. F. D.

Y y

805. LOI IV. *L'Attraction active & passive des Corps, croît & décroît en raison inverse des quarrés des distances qui les separent.* (Fig. 124).

DÉMONSTRATION. Il est démontré par la théorie du mouvement, que tout Corps qui décrit une courbe, fait effort à tout moment pour s'échapper par la Tangente à cette courbe. Il faut donc que ce Corps soit persévérément animé d'une tendance vers son centre, ou d'une *Force centrale*, qui le détourne plus ou moins de la Tangente, à chaque instant. (362 & 771).

1°. Il est clair d'abord que la Lune décrit une courbe autour de la Terre; & que la force centrale qui produit cette courbe dans le mouvement de la Lune, n'est autre chose que la tendance ou la gravitation ou la pesanteur de la Lune vers le centre de la Terre: comme la force centrale qui détourne à chaque instant une bombe ou un boulet de canon ou tel autre mobile quelconque de la direction horizontale, n'est autre chose que leur tendance ou leur gravitation ou leur pesanteur vers le centre de la Terre.

Il s'agit donc ici uniquement de faire voir que la pesanteur qui infléchit à chaque instant le mouvement projectile de la Lune dans son orbite, à la distance de 60 rayons terrestres du centre de la Terre, est à la pesanteur qu'auroit la Lune sur la surface terrestre à la distance d'un rayon du centre de la Terre: comme le *quarré de la dernière distance*, est au *quarré de la première*; ou comme le quarré de  $1 = 1$ , est au quarré de  $60 = 3600$ .

Il consiste par l'expérience, comme tout le monde le fait, que dans la chute libre des corps, la *quantité de chute est précisément la même*: soit qu'un corps tombe perpendiculairement ou par le rayon; soit qu'il tombe par la ligne circulaire, ou elliptique, ou parabolique. Il s'agit donc de comparer l'inflexion qu'essuie la courbe lunaire dans un tems déterminé, à la distance de 60 rayons, avec l'inflexion qu'essuieroit cette même courbe auprès de la surface terrestre, à la distance d'un seul rayon du centre de la Terre, dans ce même tems déterminé, par exemple, dans une minute.

Or, selon les observations astronomiques, dans une minute, la Lune ne s'abaisse que de quinze pieds au-dessous de la tangente à sa courbe: tandis qu'auprès de la surface terrestre, elle devroit, en vertu de sa pesanteur, ou de sa tendance vers le centre de la Terre, s'abaisser de 3600 fois quinze pieds au-dessous d'une semblable Tangente? Donc la pesanteur de la Lune, dans son orbite, est 3600 fois moit:

dre qu'elle ne seroit sur la surface ou près de la surface terrestre: ce qui est précisément la raison inverse qu'il s'agissoit d'établir.

II°. Par les observations astronomiques, on trouve ensuite que la même *Loi de gravitation*, existe dans toutes les Planètes principales. Dans un tems déterminé, par exemple, dans une minute, leur courbe s'infléchit d'autant moins au-dessous de leur Tangente, qu'elles sont plus éloignées du Soleil; & la quantité d'inflexion ou de chute, est toujours en raison inverse du quarré de leur distance au Soleil. Par exemple, (Fig. 124).

En supposant que la distance de Mercure au Soleil, fût à la distance de la Terre au Soleil, exactement & précisément comme 1 est à 3: pendant une minute de tems, la chute *rr* de Mercure, seroit à la chute *rr* de la Terre; comme 9 est à 1.

Et par conséquent leur pesanteur respective *rr* vers le centre du Soleil, effet de l'attraction active du Soleil, est en raison inverse de la distance interceptée entre le Soleil & l'une & l'autre Planete.

III°. Par les observations astronomiques, ou par un jugement d'analogie, l'on trouvera ou l'on conclura que la même Loi a lieu à l'égard de tous les autres corps quelconques, célestes & terrestres.

Donc la gravitation ou la pesanteur des Corps, qui n'est autre chose que l'Attraction passive de ces corps, croît & décroît en raison inverse des quarrés de leurs distances.

Donc l'Attraction active des Corps attirans, qui est l'unique cause à laquelle on puisse attribuer la gravitation ou la pesanteur des corps, croît & décroît aussi en raison inverse des quarrés des distances: sans quoi l'effet ne seroit pas proportionné à sa cause; & la cause, à son effet; ce qui est évidemment faux & absurde. C. Q. F. D.

806. REMARQUE. Depuis près d'un siècle, la dernière Loi d'attraction que nous venons d'exposer & de démontrer, est reçue par tous les Astronomes éclairés, newtoniens ou cartésiens, ou comme un Principe physique, d'où émanent tous les grands phénomènes célestes; ou comme une Règle géométrique, qui cadre parfaitement avec ces phénomènes, sans en être la cause. Nous l'admettons à la fois, & comme Principe physique, & comme Règle géométrique.

LA LOI D'ATTRACTION, CAUSE UNIQUE DE LA PESANTEUR DES CORPS.

807. EXPLICATION. Selon Newton, la Pesanteur des Corps,

Y y ij



est un effet de la Loi générale d'attraction en raison directe des masses & en raison inverse des quarrés des distances, soit dans le Vuide, soit hors du Vuide; & la Pesanteur convient généralement à toute Matière quelconque, solide, fluide, liquide: parce que toute matière est également en prise à l'action du Corps qui l'attire vers lui avec une force qui est toujours & par-tout le produit de sa masse divisé par le quarré de sa distance au Corps attiré: quelle que soit & la nature & la masse du corps attiré.

Il est clair que la Pesanteur est un effet général dans la Nature, où nous voyons tous les Corps graviter vers certains centres communs; & que cet effet général doit nécessairement découler ou résulter d'une Cause générale de la Nature.

Or les deux Causes générales de la Nature, à cet égard, sont l'Impulsion & l'Attraction. Donc la Pesanteur doit nécessairement résulter de l'une de ces deux Causes, si elle ne résulte pas de toutes les deux à la fois.

#### PROPOSITION FONDAMENTALE.

808. *La Pesanteur des Corps, est un effet physique, non de l'Impulsion, mais de l'Attraction.*

DÉMONSTRATION I. Il est certain que la Pesanteur des Corps, ne résulte point de l'Impulsion, ou n'a point pour cause l'Impulsion:

I°. Parce que cette Pesanteur existe & agit dans les Planètes & dans les Comètes, qui sont placées dans des espaces vuides, dans des espaces où il n'y a aucune matière impulsive: dans des espaces où la pesanteur ne peut être produite & perpétuée par aucune impulsion quelconque. (793).

II°. Parce qu'en réalisant même toutes les fabuleuses hypothèses d'impulsion, d'où l'on voudroit faire découler la Pesanteur des corps: il n'en peut jamais naître une Pesanteur telle qu'elle existe dans la Nature, une pesanteur telle que la montrent les phénomènes. (Fig. 134).

D'abord, si la Pesanteur des Corps terrestres, naissoit de l'impulsion des Tourbillons que l'on suppose mis circulairement ou elliptiquement d'occident en orient: il est clair que les Corps terrestres, au lieu de graviter vers le centre C de la Terre, devroient graviter vers l'Axe MN, & vers un point correspondant à leur latitude. Par exemple, le Corps P, sous l'impulsion du Tourbillon P S P, devroit graviter en H, & non en C: ce qui est évidemment contraire à l'Expérience, (247).

Ensuite, si la Pesanteur des Corps terrestres naissoit de l'impulsion des mêmes Tourbillons : il est clair que les Corps terrestres, en tombant librement vers le centre de la Terre, ne devroient point accélérer leur mouvement selon la *suite des nombres impairs* (366). Car, pour qu'une telle accélération ait lieu : il faut nécessairement que la force impulsive qui agit sur le corps tombant, ait toujours la même action sur ce corps : ce qui ne sauroit avoir lieu dans l'hypothese de l'impulsion. Car dans cette hypothese, le corps qui tombe, échapperoit d'autant plus à l'Impulsion, qu'il auroit déjà acquis une plus grande vitesse vers son centre de mouvement.

Par exemple, soit un petit Boulet de canon, suspendu en l'air par un fil précisément suffisant pour le soutenir. Si je frappe centralement ce boulet de haut en bas, avec un marteau qui ait une vitesse considérable : je lui imprime un *mouvement déterminé*, un mouvement qui sera comme 10. Mais si je frappeois de la même maniere ce même boulet, quand il tombe perpendiculairement de bien haut, avec une vitesse déjà comme 9 : ce boulet échapperoit aux neuf dixiemes de l'impulsion de mon marteau ; & le *mouvement déterminé* que je lui imprimerois, au lieu d'être égal à celui du coup dont nous venons de parler, n'en feroit qu'un dixieme : ce qui est encore évidemment contraire à l'Expérience. (323 & 366).

Enfin, on peu démontrer encore, par une foule d'autres raisons semblables, toutes fondées & sur la théorie & sur l'expérience, que dans l'hypothese où la *Pesanteur des Corps* auroit pour cause l'impulsion des Tourbillons, sous quelque forme qu'on les imagine ou qu'on les conçoive : cette Pesanteur ne ressembleroit en rien à la Pesanteur qui existe dans la Nature.

DÉMONSTRATION II. Il est certain d'abord que la Pesanteur est une *propriété commune à tous les Corps*, solides, liquides, fluides ; à la terre, à l'eau, à l'air, aux vapeurs les plus subtiles, à la fumée & à la flamme, à toutes les substances corporelles qui peuvent être soumises à nos expériences & à nos observations (243) : puisque tous les Corps exposés à nos expériences & à nos observations, gravitent les uns vers les autres, la Lune & les Corps terrestres vers la Terre ; les Cometes & les Planetes principales vers le Soleil ; les Planetes subalternes vers leur Planete principale ; même dans des espaces où ne se trouve certainement aucune matiere propre à leur donner une impulsion & une pesanteur.

Il est certain ensuite que les *phénomènes de la Pesanteur*, qui ne peuvent se concilier avec la théorie de l'Impulsion, tels que l'expérience & l'observation nous les montrent, quadreront parfaitement bien en tout & par-tout avec la théorie de l'Attraction mutuelle des corps. Car, étant donnée la *Loi d'attraction réciproque*, en raison directe des masses & en raison inverse des quarrés des distances, entre tous les Corps de notre Monde planétaire (805) : on déduira de cette Loi démontrée, tous les phénomènes de la Pesanteur des corps, tels que l'expérience & l'observation les ont fait découvrir. Par exemple,

I°. Il résulte de cette Loi, que tous les corps qui forment le *Globe terrestre*, ou qui appartiennent de près ou de loin à ce globe, tels que les corps B ou P, doivent graviter vers son centre C, dans une direction perpendiculaire à l'horison sensible ou à la Tangente BT : par la raison que toutes les molécules attractives A & D,  $r$  &  $s$ ,  $m$  &  $n$ , sont des Forces égales & conspirantes (343), qui doivent tendre efficacement à faire parcourir au Mobile P ou B, la diagonale PCE. (Fig. 129).

Que si le Globe terrestre n'est point parfaitement sphérique, la gravitation d'un Corps P ou  $x$ , ne doit pas tendre par-tout précisément au centre C, mais vers un Point D pris autour du centre : par la raison qu'alors les Forces attractives A & B sont inégales à raison de leur inégal éloignement du corps attiré P, lequel se mouvra ou tendra à se mouvoir par la Diagonale PD ; diagonale toujours perpendiculaire à l'horison sensible du Point  $x$ , ou à la Tangente de ce point. (Fig. 130).

Que la gravitation d'un Corps plus éloigné du centre de la Terre, doit être moindre que celle d'un Corps plus voisin de ce même centre de la Terre ; & que cette gravitation est toujours & par-tout en raison inverse des quarrés des distances. (251 & 805) :

Que, dans un même espace vuide & sans résistance, une plume & un boulet de canon doivent tendre avec une même vitesse vers le centre de la Terre (245) ; étant en prise l'une & l'autre à la même force accélératrice qui est l'Attraction active de la Terre (245 & 802) :

Qu'en vertu de cette force accélératrice, la chute des Corps doit s'accélérer dans le Vuide, selon la suite des nombres impairs (366), pourvu que les espaces parcourus ne soient pas bien considérables ; mais que si cette chute s'effectuait dans un très-grand espace & durerait assez long-tems, le mouvement accéléré croitroit dans un rapport plus grand

que celui des nombres impairs : parce qu'alors la force accélératrice cesseroit d'être sensiblement uniforme & iroit en croissant relativement au corps attiré.

II°. Il résulte également de cette Loi, que la Terre doit graviter vers la Lune, ainsi que la Lune gravite vers la Terre (801) :

Que les Satellites de Saturne & de Jupiter doivent graviter vers leur planete principale, ainsi que la planete principale gravite vers le Soleil; ainsi que la Lune gravite vers la Terre :

Que deux planetes assez voisines, par exemple Saturne & Jupiter en conjonction, doivent agir réciproquement l'une sur l'autre, altérer la régularité de leur courbe & de leur mouvement, comme la chose arrive en effet :

Que dans les Planetes plus éloignées du Soleil, la gravitation ou la pesanteur vers cet astre, doit être moindre que dans les Planetes qui en sont plus voisines; & que les pesanteurs respectives doivent être toujours & par-tout, comme elles le sont en effet, en raison inverse des quarrés des distances (805) :

Que dans les Cometes, qui sont tantôt très-près, & tantôt immensément loin du Soleil (Fig. 125), la Pesanteur doit immensément varier, comme il conste qu'elle varie en effet immensément; & ainsi du reste.

III°. A qui pourroit-on persuader que tous les différens phénomènes de la Pesanteur des Corps, puissent s'accorder en tout & par-tout avec la Loi d'une Attraction universelle entre tous les Corps, sans résulter de cette Loi, sans être un effet de cette Loi? A qui pourroit-on persuader que tous les phénomènes de la Pesanteur des Corps, puissent être en tout & par-tout en opposition avec la théorie de l'Impulsion; & naître cependant constamment & universellement de la Loi d'impulsion?

Donc il est certain & démontré, par l'observation des phénomènes, que le grand phénomène de la Pesanteur des Corps, a pour cause, non l'impulsion, sous quelque point de vue qu'on l'envisage; mais l'Attraction réciproque & universelle, en raison directe des masses & en raison inverse des quarrés des distances. C. Q. F. D.

#### OBJECTIONS A RÉFUTER.

809. OBJECTION I. L'Attraction, sous quelque belles couleurs qu'on la montre, n'est au fond qu'une qualité occulte, qu'un principe douteux, qu'un être obscur & inconcevable, qu'une cause abstraite & sans aucune influence

Y y iv

Physique. Un système de Physique, qui a pour base l'Attraction, est donc un système très-peu philosophique.

RÉPONSE. I<sup>o</sup>. Nous avons déjà observé, & il est facile de faire sentir que l'Attraction n'a rien de commun avec les *Qualités occultes* du Péripatétisme; qualités qu'on ne peut ni concevoir, ni définir: puisque l'Attraction se conçoit & se définit très-lumineusement.

L'Attraction est un mouvement imprimé par le Créateur à deux Corps l'un vers l'autre: l'occasion de ce mouvement, est la co-existence de ces deux corps: l'effet de ce mouvement, est de rapprocher sans cesse ces deux corps l'un de l'autre, ou de s'opposer à quelque mouvement qui tendroit à les éloigner l'un de l'autre. Quelle obscurité peut-on trouver & dans ces idées & dans l'objet de ces idées? Il est donc absurde de reprocher un vice d'obscurité, à un Principe physique où tout est lumière.

II<sup>o</sup>. Un Principe physique qui s'annonce persévéramment par ses effets dans toute la Nature exposée à nos observations, n'est point un *Principe douteux*, un Principe dont l'existence puisse être mise en problème. Or, telle est évidemment l'Attraction générale des Corps.

Nous voyons les Corps célestes, les Planètes & les Comètes, tendre persévéramment vers le centre de leur mouvement: nous voyons les Corps terrestres tendre toujours & par-tout vers le centre de la Terre. Ces effets annoncent évidemment l'existence d'une cause. Nous avons démontré que cette cause n'est point l'Impulsion: d'où il résulte que cette cause ne peut être que l'Attraction. L'Attraction n'est donc point un principe équivoque & douteux.

De la nature & des loix de l'Attraction découle l'explication de presque tous les grands phénomènes de la Nature: l'explication de ces mêmes phénomènes ne peut découler de l'Impulsion: quel préjugé, ou plutôt quelle démonstration en faveur de l'Attraction, telle que nous l'avons montrée! Peut-on, sans une prévention plus qu'aveugle, ne pas voir l'existence de l'Attraction, dans la simple convenance de l'Attraction avec le mécanisme général de l'Univers?

En découvrant le *Principe de l'Attraction*, Newton a fourni à la Physique, un fil secourable, qui la conduit avec toute la certitude & toute la précision possibles, dans le dédale de la Nature; un flambeau lumineux, qui éclaire sa marche, qui lui dévoile avec la plus parfaite exactitude, les phénomènes avant l'observation; une règle sûre & infaillible, qui soumet toute la théorie du Ciel à la rigueur du calcul le

plus précis, en telle sorte que les observations les plus soignées & les plus exactes ne donnent pas des résultats plus justes & plus conformes aux phénomènes.

Si malgré tout cela l'Attraction peut encore être regardée comme un principe équivoque & douteux : quel principe pourra être regardé comme certain dans la Physique ?

III°. Que veut-on dire, quand on reproche à l'Attraction d'être une *Cause abstraite* ? L'Attraction, ainsi que la vitesse, ainsi que l'étendue, ainsi que l'impulsion, ainsi que toute autre cause physique, peut être envisagée dans un état d'abstraction : s'enfuit-il de-là que l'Attraction ne soit qu'un être imaginaire ? Non, sans doute : sans quoi il s'enfuivroit également de-là, que la vitesse, que l'étendue, que l'impulsion, que toutes les causes physiques, ne sont que des êtres imaginaires : ce qui est une absurdité manifeste.

IV°. S'entend-on beaucoup mieux, quand on accuse l'attraction de n'être pas une *Cause mécanique*, un principe d'une influence physique ? Je dis que l'Attraction est une cause tout aussi mécanique, un principe tout aussi physique, que l'Impulsion.

Car, en quoi consiste le *mécanisme de l'Impulsion*, selon Descartes, selon Malebranche, selon Privat de Molière, selon tous les Cartésiens anciens & modernes ? En ce que, à l'occasion du choc entre deux corps, Dieu produit dans le corps choqué, une quantité de mouvement, égale à celle que perd le corps choquant.

En quoi consiste le *mécanisme de l'Attraction*, selon Newton & selon presque tous ses Sectateurs ? En ce que, à l'occasion de la co-existence de deux corps, Dieu produit dans eux une certaine quantité de mouvement qui les fait tendre l'un vers l'autre.

Comme le choc n'est point la cause efficiente, mais simplement la Cause occasionnelle, du mouvement produit dans l'Impulsion : de même la co-existence n'est point la cause efficiente, mais simplement la cause occasionnelle, du mouvement produit dans l'Attraction. D'où il résulte, ou que l'Impulsion n'est point une cause physique & mécanique : ou que l'Attraction est une cause tout aussi physique & tout aussi mécanique. (74 & 84).

V°. Il est facile d'adapter les mêmes réponses, à de semblables objections qu'on pourroit faire contre les Affinités chimiques, ou l'Attraction spéciale des Corps : attraction dont la nature est susceptible d'une définition très-lumineuse ; attraction dont l'existence se fait sentir dans mille & mille phénomènes (93) ; attraction dont le mécanisme con-

siste en dernière analyse, dans une tendance réciproque entre certains corps, occasionnée par la contiguité plus ou moins parfaite de ces corps, & produite par l'action du Créateur, seule cause efficiente de tout mouvement, seul exécuteur de toutes les Loix par lui établies dans la Nature.

810. OBJECTION II. Quelle différence sensible entre le mécanisme qui se montre *dans l'Impulsion*, & le prétendu mécanisme qu'on imagine *dans l'Attraction*!

Le premier est un mécanisme fondé sur la nature du Mouvement, qui tend à subsister toujours en même somme; sur la nature de la Matière, qui étant mobile & impénétrable, doit se mouvoir & se déplacer, pour ne pas détruire le mouvement des corps frappans; sur la nature de la plupart des Corps, qui étant destinés à se former & à se détruire par l'acquisition & par la déperdition continuelle d'une foule de différentes substances, exigeoient une impulsion entre ces substances différentes.

Le second au contraire est un mécanisme qui n'est fondé ni sur la nature du mouvement, ni sur la nature de la matière, ni sur la nature des corps: un mécanisme obscur & ténébreux, qui ne porte que sur une Volonté arbitraire du Créateur, & où tout se réduit à dire très-peu philosophiquement, que les Corps s'attirent parce qu'il a plu à l'Auteur de la Nature qu'ils s'attirassent ainsi.

RÉPONSE. Dès-lors que l'on convient de part & d'autre, comme en conviennent les Cartésiens & les Newtoniens, que le mouvement n'est point l'absurde effet d'une Qualité occulte de la Matière; que *tout mouvement a pour cause efficiente l'action du Créateur*, seul auteur & moteur & conservateur de la Nature visible: comment peut-on trouver un Mécanisme si différent, entre l'Impulsion & l'Attraction? La cause efficiente du mouvement d'impulsion & du mouvement d'attraction, est la même. La cause déterminatrice de ce double mouvement, est la Volonté primitive & toujours subsistante du Créateur, qui a librement établi la Loi d'impulsion & la Loi d'attraction; la première, à l'occasion du choc des corps; la seconde, à l'occasion de la co-existence des mêmes corps. Où est donc la différence frappante de mécanisme, entre l'Impulsion & l'Attraction! Il faut avouer, ou qu'il n'y a point de mécanisme dans l'impulsion: ou qu'un semblable mécanisme existe dans l'Attraction.

1°. Le mouvement d'Impulsion, ne doit rien essentiellement, ni à sa nature, ni à la nature de la matière, ni à la nature

des corps : il doit tout uniquement à la volonté du Créateur, qui a librement porté telles Loix de mouvement, relatives à l'Ordre qu'il lui a plu d'établir dans la Nature.

Pourquoi, par exemple, un *Corps sans ressort*, ne peut-il heurter un autre corps sans ressort : sans lui communiquer la moitié de son mouvement, si les masses sont égales ; sans lui communiquer les deux tiers de son mouvement, si le corps choqué est double en masse ? Pourquoi un *Corps à ressort*, ne peut-il heurter un autre corps à ressort : sans perdre tout son mouvement, si les masses sont égales ; sans rétrograder, si la masse heurtée est plus grande ? (322 & 331).

Il est clair qu'on ne peut donner d'autre raison physique de ces phénomènes d'impulsion, que la Volonté primitive du Créateur. Il est clair que l'Auteur de la Nature, qui a librement établi telles Loix de choc entre les corps, auroit pu établir des loix routes différentes ; auroit pu décerner ; par exemple, qu'après le choc, les deux corps, ou s'arrêteroient totalement l'un & l'autre, ou se mouvroient l'un & l'autre dans le même sens avec la vitesse primitive, ou rétrograderoit l'un & l'autre avec des vitesses égales ou inégales à la vitesse primitive.

Il n'y a donc dans l'Impulsion, ainsi que dans l'Attraction, d'autre *Mécanisme physique*, que celui qu'y met & l'Action & la loi de l'Auteur & du Moteur de la Nature.

II°. Si l'ordre de la Nature, si l'éternel renouvellement des êtres, exigeoit une *Loi d'impulsion* : ce même ordre de la Nature, ce même renouvellement des êtres, exigeoit-il moins une *Loi d'attraction* ? Est-il démontré que l'Attraction joue un moins brillant rôle dans la Nature, que l'Impulsion ?

Il est démontré d'abord que la *seule Attraction*, sans le secours d'aucune Impulsion, soumet à des mouvemens éternellement périodiques & réguliers, les globes célestes au sein du Vuide immense.

Il est certain ensuite que si l'Impulsion influe pour beaucoup dans l'action qui anime, qui vivifie, qui éternise la nature des êtres autour de nous : l'Attraction, soit générale, soit spéciale, a aussi une influence très-sensible & très-frappante dans cette même action de la nature & dans les phénomènes qui en découlent : comme nous l'avons fait remarquer en différens endroits, dans le premier traité de cet Ouvrage. (93, 220, 228, 241).

III°. Si la seule Impulsion suffisoit pour rendre raison de tous les phénomènes de la Nature : l'Attraction devoit être



rejetée, comme une cause inutile, comme une cause dont rien ne prouveroit l'existence.

Mais l'Impulsion ne pouvant avoir lieu dans les espaces célestes, où ne se trouve aucune matière impulsive; mais l'Impulsion ne pouvant se concilier avec une infinité de phénomènes que nous observons en petit dans les opérations chimiques, & qui se montrent en grand dans la formation & dans la décomposition de presque tous les corps terrestres: pourquoi refuser d'associer à l'Impulsion, une cause qui par ses effets constants & permanens annonce son existence & son influence dans toute la Nature?

IV°. Si on fait un crime au Newtonianisme, d'attribuer le mouvement des corps qui s'attirent, à l'action du Créateur: on peut faire le même reproche au Cartésianisme, qui attribue également le mouvement de deux corps qui se choquent, non à quelque qualité ou vertu occulte de la Matière, selon l'antique préjugé qui n'existe plus que dans les idées de l'ignorance, mais à l'action efficace & permanente de l'Auteur de la Nature.

Mais un tel reproche ne peut raisonnablement avoir lieu, ni contre Descartes, ni contre Newton. Quelque parti que l'on prenne entre ces deux grands hommes, entre ces deux restaurateurs de la Philosophie: on est forcé de reconnoître & un premier Auteur & un éternel Conservateur de la Nature, qui seul a établi & qui seul effectue les *Loix de mouvement* qu'il lui a librement données.

Une Physique dans laquelle on ne supposeroit point de Dieu, ou dans laquelle on ne supposeroit qu'un Dieu oisif & sans action, seroit une Physique plus digne d'un stupide Epicurien, que d'un Philosophe éclairé.

V°. Attribuer à l'action du Créateur, le mouvement des corps qui se heurtent ou qui s'attirent, ce n'est point détruire le mécanisme de l'Impulsion ou de l'Attraction: ce n'est point réduire la Physique à dire simplement que tel phénomène arrive, parce que Dieu le produit: comme l'ignorance ou la prévention le reprochent quelquefois à Descartes & à Newton; c'est-à-dire, aux deux Princes de la Philosophie moderne, aux deux Maîtres du monde philosophe.

Que l'on demande à un Newtonien, par exemple, pourquoi les Graves accélèrent leur mouvement selon la suite des nombres impairs (366): en tombant librement & sans aucun obstacle vers leur centre? Il ne répondra pas stupidement que ce mouvement s'accélère ainsi; parce que Dieu le veut. Mais il répondra que ce phénomène est une *dépen-*

*dance de la Loi d'attraction* : qu'étant donnée cette Loi générale & primitive, qu'a fait découvrir & connoître l'observation des mouvemens célestes ; le phénomène, de l'accélération des Graves, doit arriver tel qu'on l'observe.

Une telle réponse est évidemment une réponse très-digne d'un Physicien. Car en quoi consiste & en quoi peut consister la Physique : sinon à observer à quelles Loix générales & primitives est soumise la Nature ; & quelle influence peuvent & doivent avoir ces Loix, dans telles & telles circonstances ?

VI°. Pour ce qui concerne ces Loix générales & primitives de la Nature ; il seroit évidemment absurde d'en demander aucune explication physique, d'en chercher aucune cause ultérieure : puisque, par la supposition, ces Loix sont la cause générale & primitive de tous les effets de la Nature ; & qu'il est évident qu'on ne peut & qu'on ne doit donner aucune raison des loix & des causes primitives de la Nature, sinon la *Volonté libre & toujours subsistante du Créateur* ; qui ayant voulu & décrété un tel Ordre de choses dans la Nature par lui créée & formée, a dû nécessairement établir quelques causes primitives, quelques causes indépendantes de toute cause ultérieure, pour mouvoir & pour animer la Nature conformément à ses vues & à ses desseins.

§II. OBJECTION III. Newton n'a admis l'Attraction, que comme une hypothèse propre à rendre raison des phénomènes ; que comme une théorie, d'où l'on déduit facilement par le calcul, tous les mouvemens des corps célestes. Pourquoi réaliser une hypothèse, une théorie, que n'a point réalisé son auteur ?

RÉPONSE. I°. Il importe très-peu de savoir quelle idée Newton avoit de l'Attraction : puisque ce n'est point sur son autorité, que nous en établissons l'existence & la réalité. Ce qu'il importe uniquement de savoir sur cet objet : c'est quelle idée doit nous en donner l'*observation de la Nature*, qui est exposée à nos regards, comme à ceux de Newton.

Or l'observation de la Nature, nous démontre que l'Impulsion n'est point l'unique cause primitive de son action ; & qu'à l'Impulsion il faut nécessairement associer une autre cause primitive, savoir, l'Attraction. Donc l'existence & la réalité de l'Attraction, est tout aussi démontrée, que l'existence & la réalité de l'Impulsion.

II°. De l'aveu de tous les Physiciens & de tous les Astronomes, Cartésiens ou Newtoniens, l'hypothèse de l'Attrac-

tion quadre parfaitement avec tous les grands phénomènes de la Nature, avec toutes leurs dépendances, avec toutes leurs particularités, avec toutes leurs apparentes irrégularités.

Comment pourroit-il se faire qu'une hypothèse qui est en tout l'image & l'expression de la Nature, ne fût pas une réalité dans la Nature ? Après tout cela, soupçonner l'Attraction de n'être qu'une vaine supposition, ce seroit donner droit de former le même soupçon sur l'Impulsion : soupçon qui seroit évidemment déraisonnable & absurde.

Aussi Newton, dans sa théorie de l'Attraction, déclare qu'il ne fait point de système, qu'il ne travaille point sur une hypothèse ; & *ego Hypothesim non fingo* : sans doute parce qu'il étoit persuadé que cette théorie n'étoit autre chose, que la théorie même de la Nature.

III°. Quelques Partisans de l'Attraction Newtonienne, ont voulu lui donner pour cause physique, une émanation permanente de la substance solaire (*Fig. 102 & 108*) : émanation en forme de cône, & dont la densité décroît en raison inverse des quarrés des distances *AM, AN, AO.* (719).

Mais une telle Cause physique est évidemment une absurdité : puisque cette émanation de la substance solaire, bien loin d'attirer les Planètes & les Comètes vers le Soleil en raison inverse des quarrés des distances, devoit au contraire tendre en raison inverse des quarrés des distances, à les en éloigner. Par exemple, (*Fig. 132*) :

Supposons que le cône lumineux *DSF*, soit une émanation solaire, dardée en telle masse & avec telle vitesse qu'on voudra. Il est clair qu'un tel torrent de matière, dardé du Soleil vers la Terre, bien loin d'attirer la Terre en *S*, devoit tendre à la pousser en *C* ou en *X*, en *E* ou en *M* : comme des boulets de canon qui battent une Citadelle, ne tendent point à attirer la Citadelle vers la Batterie, tendent au contraire à l'en écarter & à l'en éloigner.

812. REMARQUE. Si on objectoit encore, contre l'existence & contre les Loix de l'Attraction Newtonienne, certaines Expériences faites dans ces derniers tems au pied & au sommet des Alpes : on pourra voir, dans notre Cours complet de Physique, sous le numéro 1417, ce qu'il faut penser de ces Expériences, qui n'ont dû leur célébrité, qu'aux fausses Conséquences qu'a eu le malheur d'en tirer une inconsidérée précipitation.

Là, nous avons fait bien voir & bien sentir que ces Expériences des Alpes, en leur supposant toute la certitude & toute

l'exactitude possibles, ne sont en rien opposées à la Loi d'Attraction ou de Gravitation, établie & démontrée par Newton; & que la nouvelle Loi d'attraction ou de gravitation, en raison directe des distances, que l'on voudroit en faire résulter, n'en résulte en aucune manière; & se trouve d'ailleurs évidemment opposée à toutes les Observations astronomiques qui ont pour objet les courbes & les mouvemens de la Lune à l'égard de la Terre, de Mercure, de Vénus, de la Terre, de Mars, de Jupiter, de Saturne, à l'égard du Soleil: courbes & mouvemens où la Gravitation, loin d'être en raison directe des distances ou des rayons vecteurs, est par-tout en raison inverse des quarrés de ces mêmes rayons vecteurs. (805).

#### RÉSULTAT GÉNÉRAL DE CETTE THÉORIE.

813. CONCLUSION. *Tout dépose donc dans la Nature, en faveur de l'Attraction Newtonienne: puisque tout nous dévoile & nous démontre, & son existence, & son influence. Elle se montre & se fait sentir cette Loi générale d'Attraction, en raison directe des masses & en raison inverse des quarrés des distances, dans le phénomène permanent de la Pesanteur des Corps, dans les divers mouvemens elliptiques des Planètes & des Comètes, dans tout le grand théâtre de la Nature visible, dont elle est & le ressort secret & le principal mobile.*

Avant Newton, on commençoit à connoître la Nature dans ses effets: mais tout y paroïssoit bizarre; parce qu'on en ignoroit la principale cause. Newton, d'une main habile, déchira le voile qui nous cachoit le grand Ressort moteur de l'Univers; & dès-lors tous les grands phénomènes de la Nature, dans toute l'immensité du Ciel, devinrent de simples dépendances d'une Cause également simple & seconde, dont la théorie spéculative mène aussi indéfectiblement à la connoissance du Ciel, que les observations les plus exactes. Car plus on parvient à connoître exactement le Ciel: plus les observations se rapprochent de la théorie de Newton, de la théorie de l'Attraction.

Oseroit-on soupçonner après cela, qu'un Principe si simple & si fécond, qu'un principe qui cadre si parfaitement avec toute la théorie de la Nature, qui s'accorde en tout & par-tout avec les phénomènes astronomiques & physiques, avec toutes leurs circonstances, avec toutes leurs particularités, avec toutes leurs variations, pût n'être qu'une heurieuse & ingénieuse fiction, qu'une cause idéale & sans réalité, qu'un être purement imaginaire & métaphysique? Ce

feroit former un soupçon bien singulier & bien étrange. Ce seroit porter le Pyrrhonisme à son dernier période ; & établir son absurde empire sur toutes les *Causes physiques*, qui ne se dévoilent & ne se font connoître que par leurs effets ; & dont aucune ne démontre plus splendidement & plus universellement son existence & son influence, que l'Attraction découverte & développée par Newton.

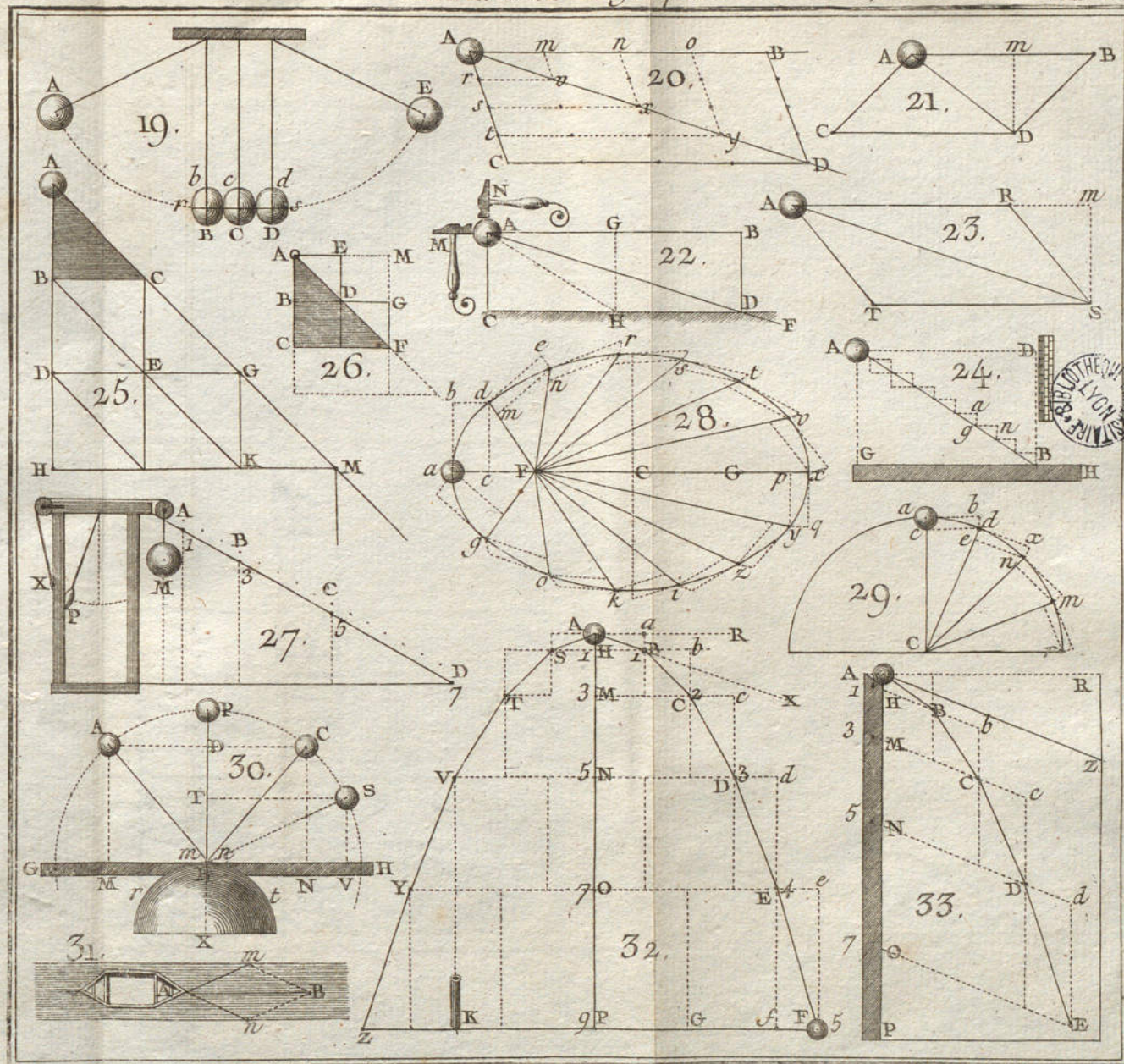
L'Attraction, unie à l'Impulsion sur la Terre, séparée de l'Impulsion dans l'immensité des Cieux, est donc la principale *Cause physique* des grands phénomènes que nous observons dans la Nature entière ; dans ce *grand Tout*, où se déploie de toute part & la sagesse & la puissance & l'action permanente d'un Être increé & créateur ; & dont nous venons de montrer le riche tableau, & de développer l'intéressant mécanisme, dans cet Ouvrage élémentaire, qui embrasse séparément & en détail toutes les principales parties de la Physique, & qui n'a d'autres bornes dans son objet, que celles de la Nature elle-même.

F I N.

TABLE



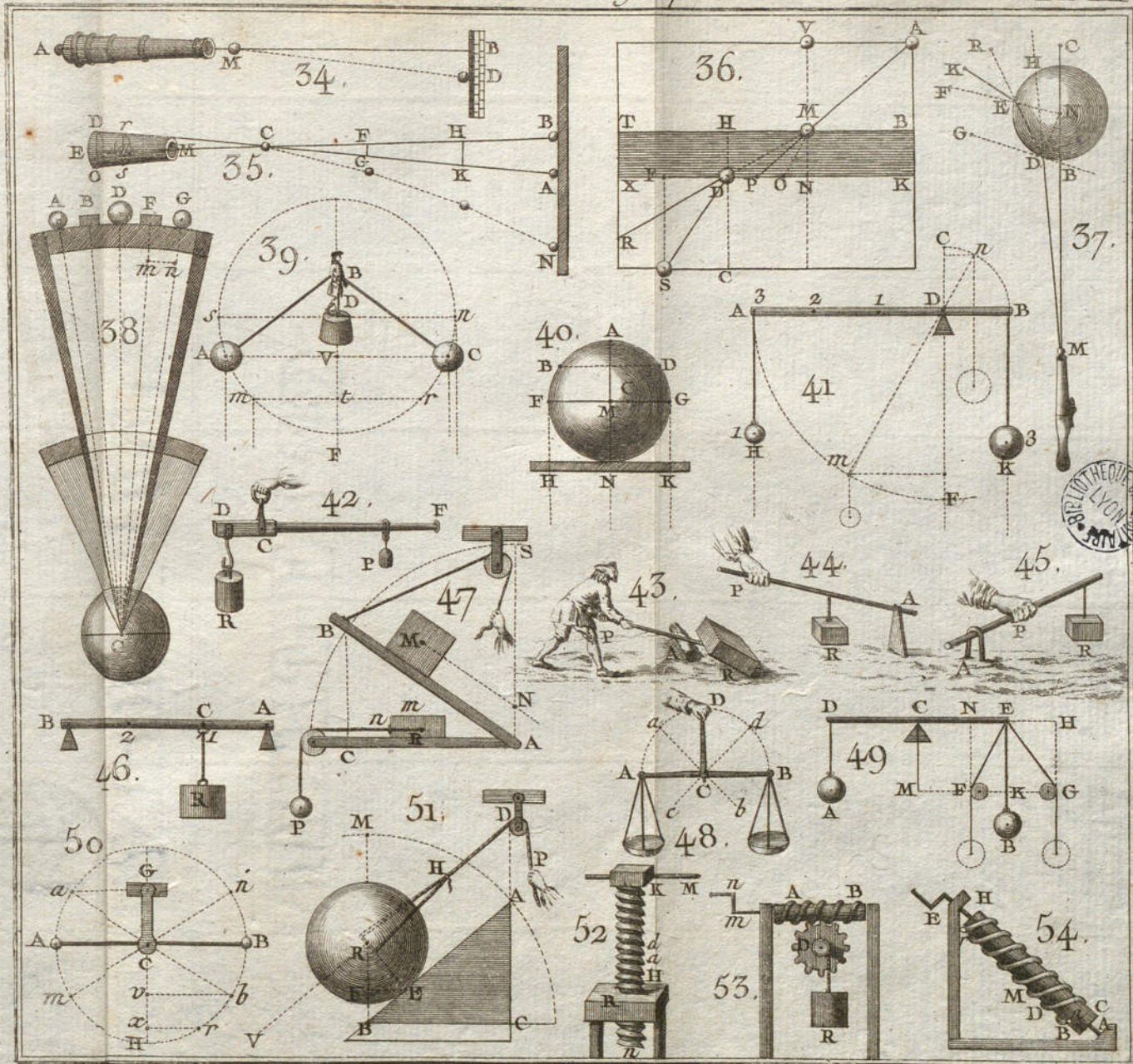




Benard delinavit.

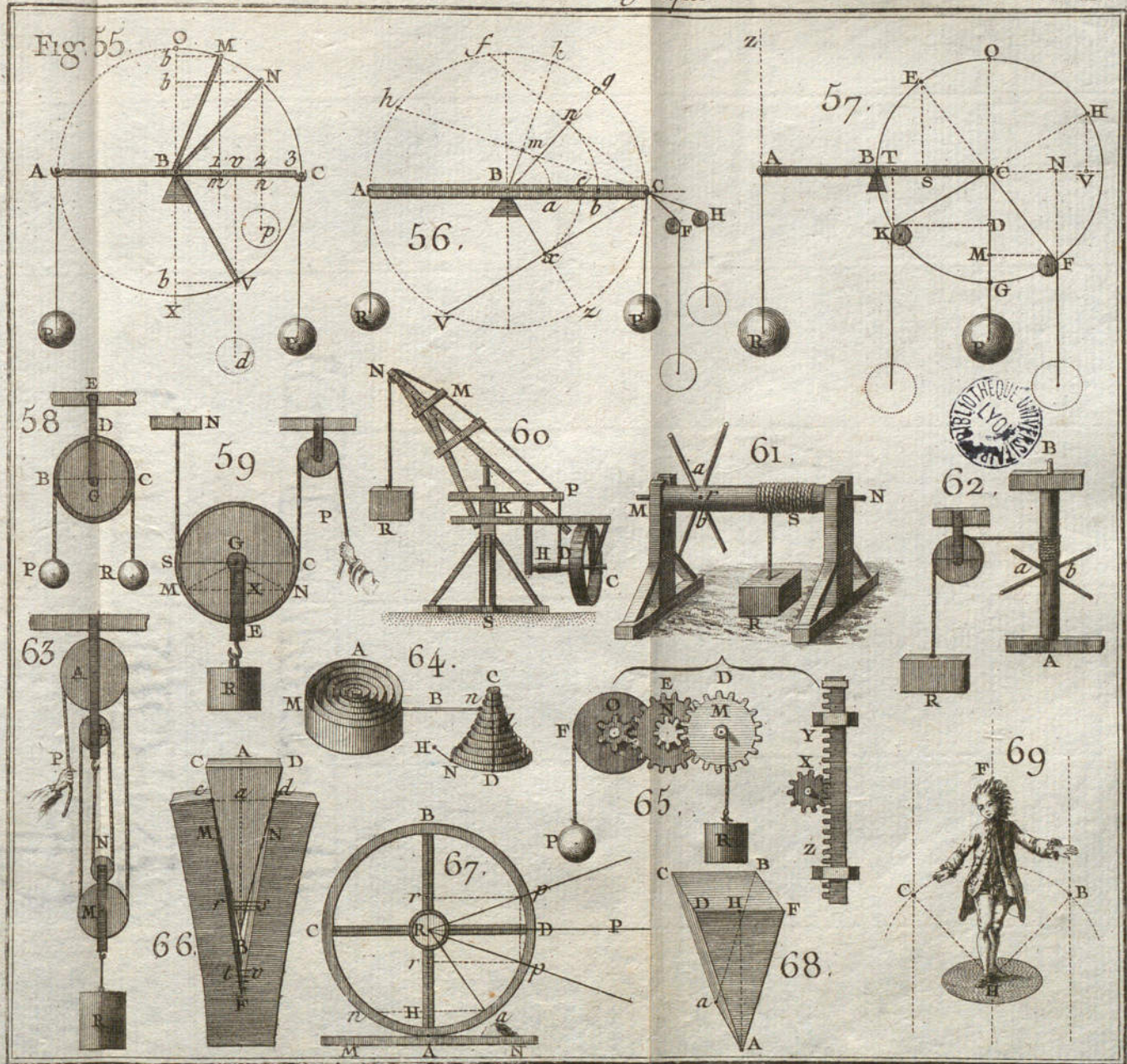






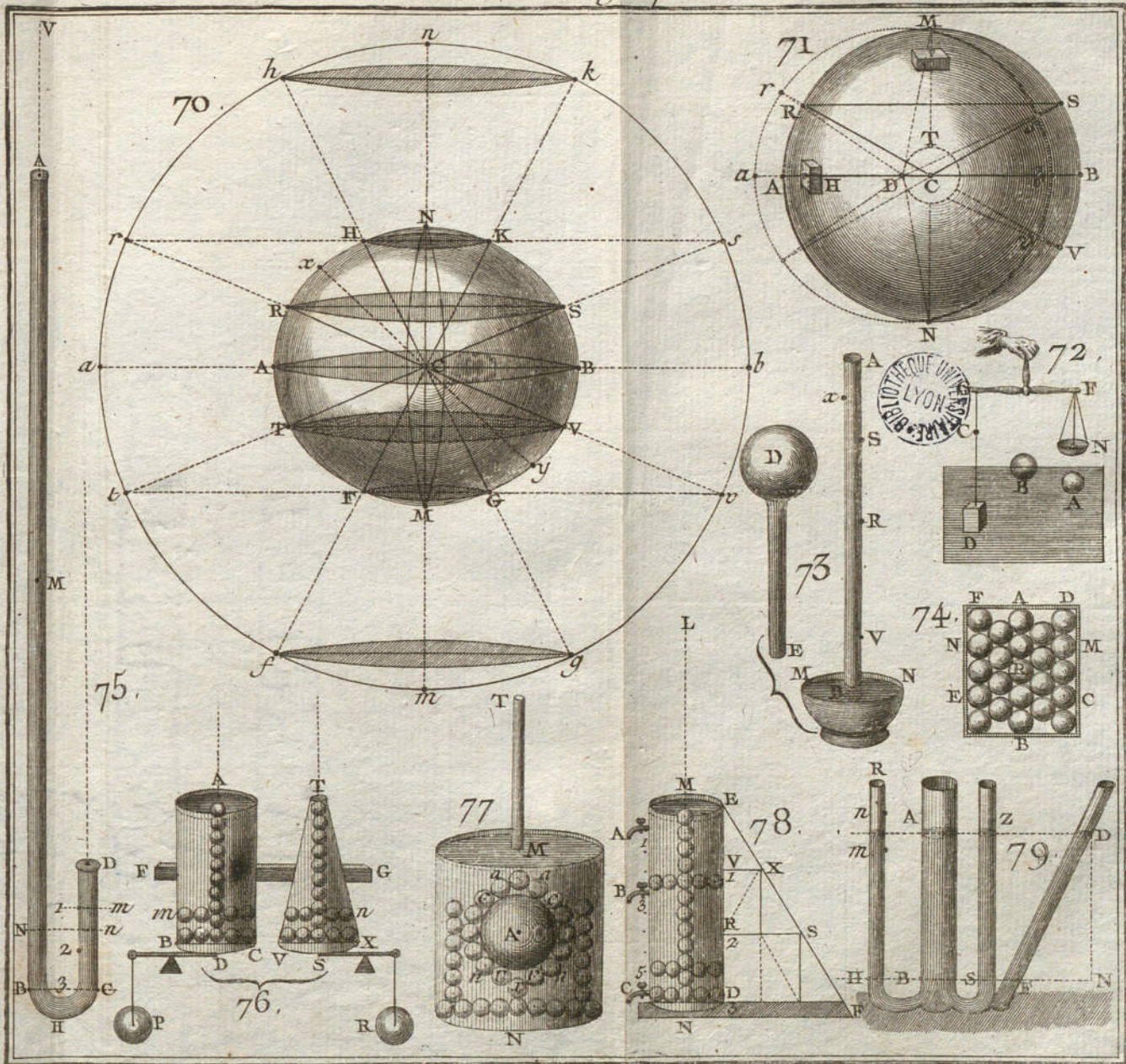
Benard fecit.





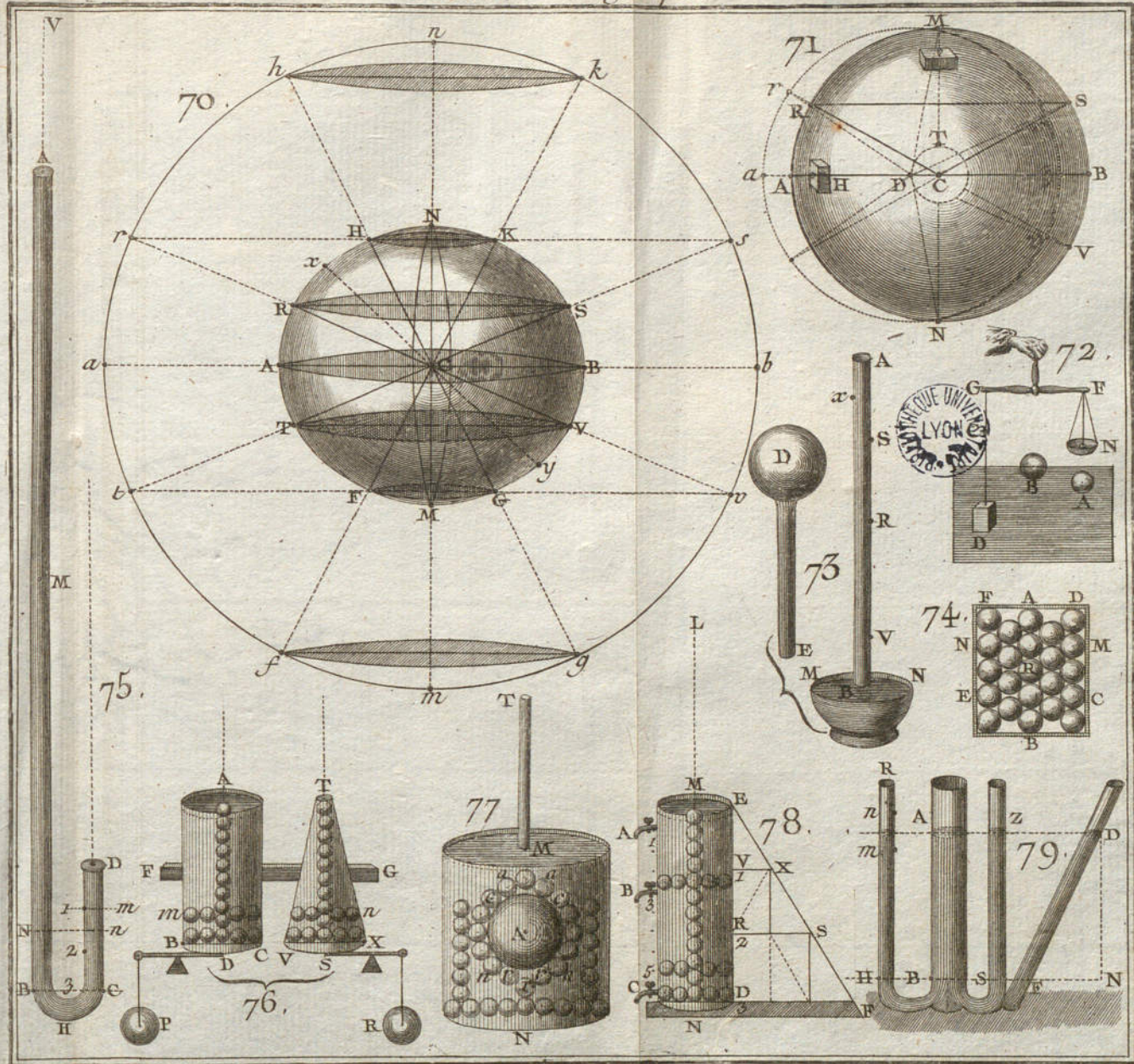
Benard invenit.





Benard d'Alexit.



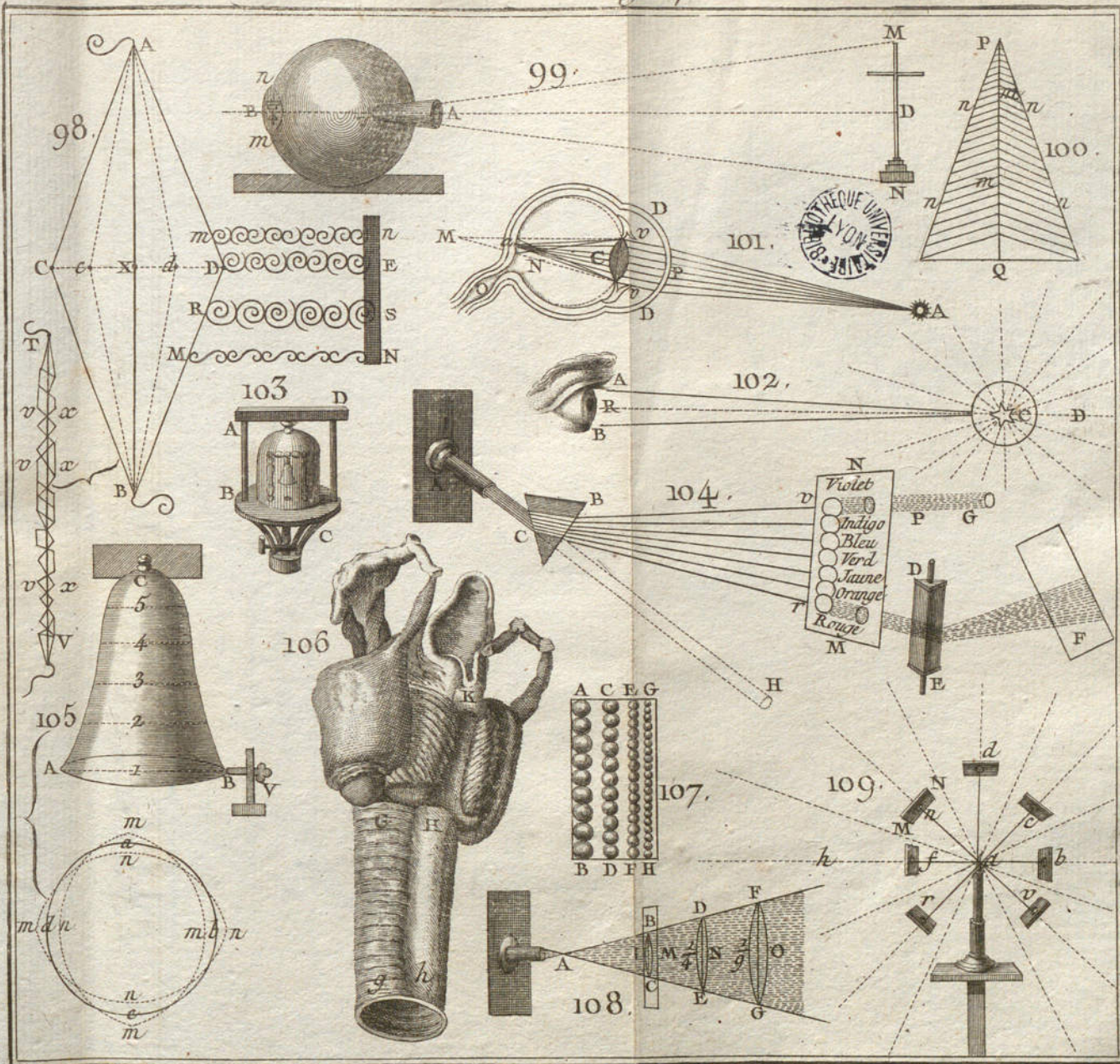


Benard invenit.

5.

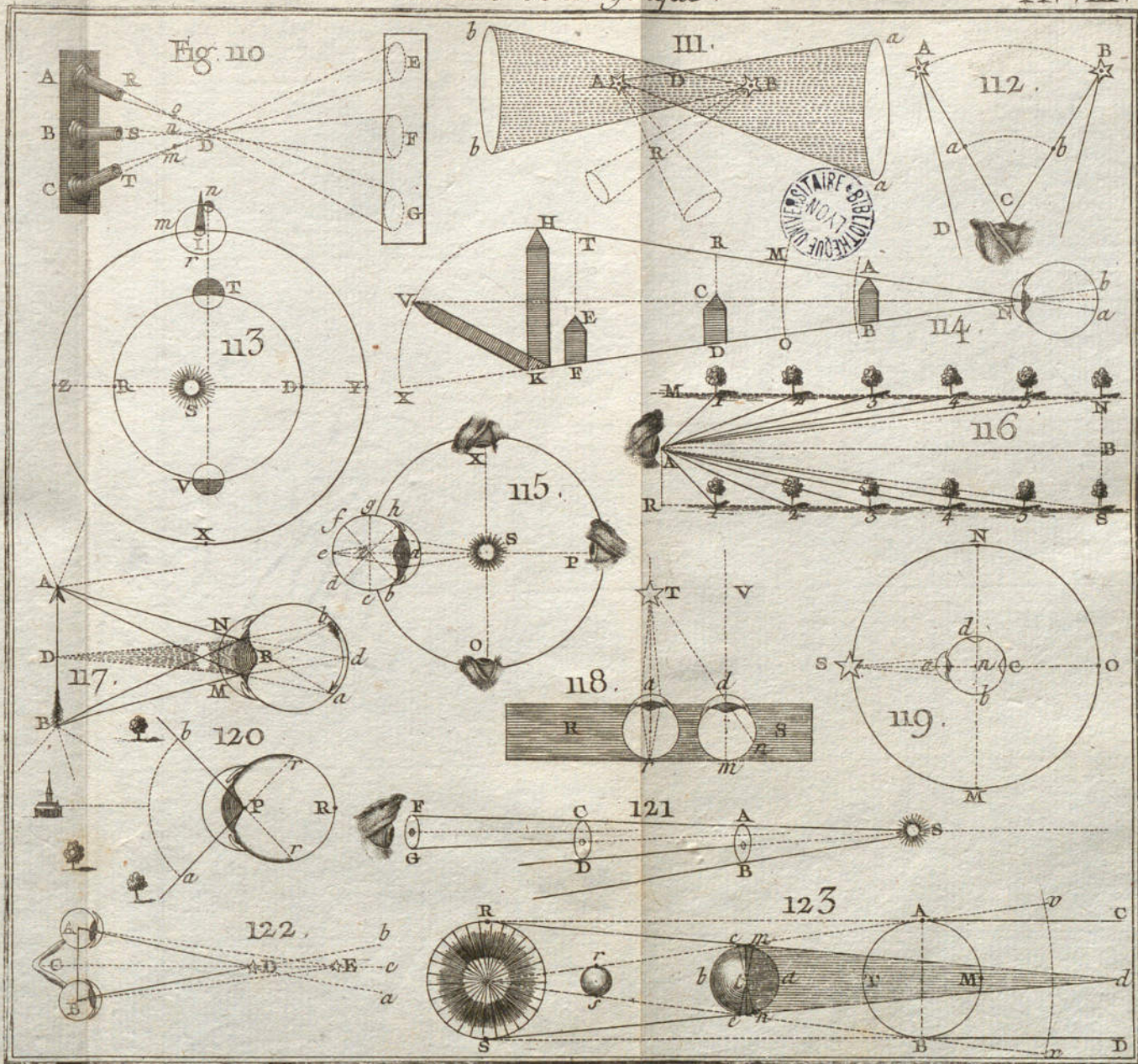






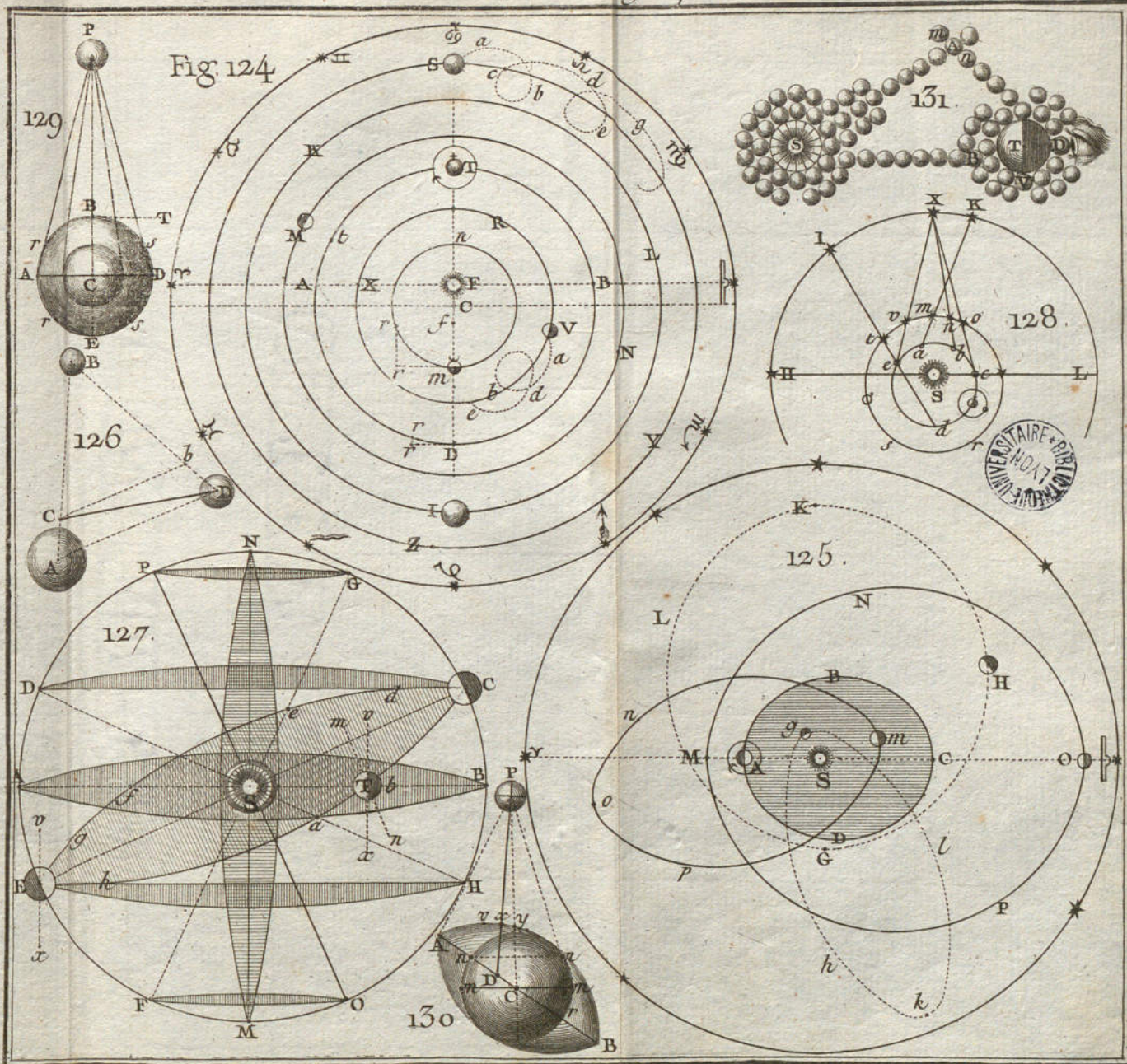
Benard invenit.





Benard Drevet

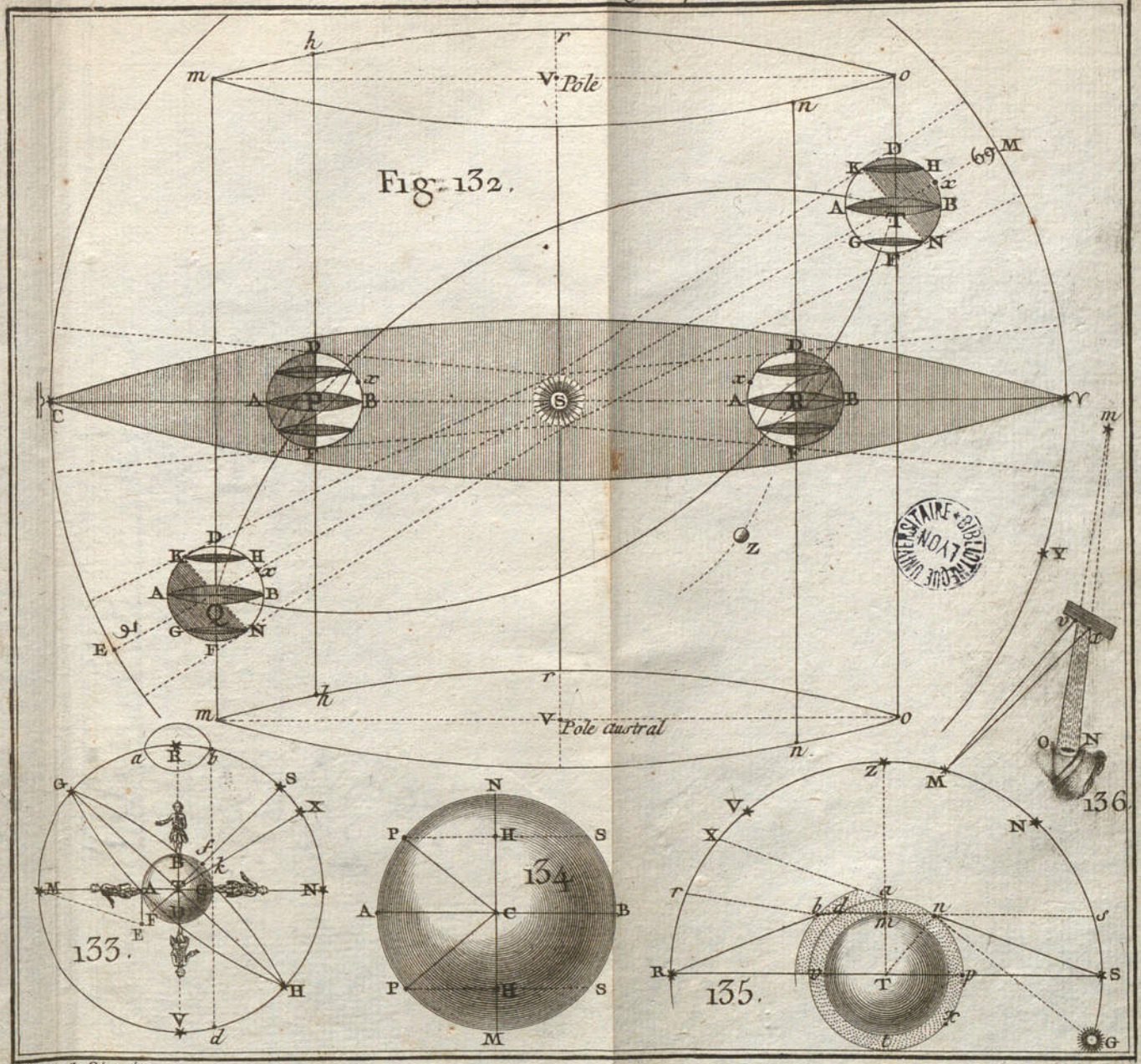




Benard dixerit

g





Benard d'irexit





TABLE ALPHABÉTIQUE  
DES MATIÈRES,  
Qui fait de tout cet Ouvrage, un petit  
DICTIONNAIRE DE PHYSIQUE.

*Ce signe = signifie ici jusqu'à. Par exemple, 764 = 787, signifie que la matière indiquée est traitée depuis le numéro 764 jusqu'au numéro 787.*

A = E.

**A**BERRATION des Fixes : lasticité des Corps, 220 = phénomène, qui n'est qu'apparent, 777. 230 ; dans plusieurs phénomènes des couleurs, 708.

**ACCÉLÉRATION DES GRAVES**, ou théorie de Galilée, 363 = 392. **AIMANT** : pierre ferrugineuse à propriétés singulières, 550.

**Acides & Alkalis**, 173, 102. **AIR**, principe des Corps ; 180 & 651. L'air est un corps primitif & inaltérable, un corps pesant par lui-même, un corps compressible & élastique, 614 = 620. Phénomènes de sa pesanteur & de son ressort parfait & constant, dans la machine pneumatique, dans la machine de Magdebourg, dans la seringue, dans le barometre, dans les pompes, dans le syphon, dans l'éolipile, dans les ventouses, 620 = 643. Influence de l'action de l'air dans le mécanisme physique de la vie animale, de la combustion des corps, de la végétation des plantes, 644 = 649. Immense

Z z

quantité d'air combiné dans certains corps, 650 = 654. L'air, par le frémissement de ses molécules, transmet le son, 668 & 682.

*Alambic chymique*, 169.

*Alchymistes*, 166. Leurs absurdes prétentions, 147.

*Analyse chymique*, 163 & 169.

*Angles de réflexion*, 394.

*Angles optiques*, 745 = 750.

**ANIMAL.** Sa description, 511. Sa division générale en espece raisonnable & en espece irraisonnable, 513. L'*Espece raisonnable* est unique, mais divisée en plusieurs races accidentellement différentes, 514. L'*Espece irraisonnable*, comprend une foule immense d'especes subalternes, toutes essentiellement différentes les unes des autres, 518 = 521. Sens & instinct des brutes, 522. Recherches & systèmes sur le grand mystere de la reproduction des êtres vivans, 524 = 537.

*Animaux microscopiques*, 520 & 35 = 40.

*Antipodes*, 781 : voy. *Zénith*.

**ANTIQUITÉ DE LA TERRE** : aucun monument historique, physique, astronomique, ne démontre que notre Globe ait plus de sept ou huit mille ans d'existence, 507 = 510.

*Aphélie & Périhélie*, *Apo-gées & Périgées*, 773.

**APPLATISSEMENT des Poles**, 255, 492 & 777.

*Argent* : métal parfait, 128, 546, 553.

*Armes à feu* : leur action & leur recul, 334 ; leur construction, 392.

*Arteres & veines*, 516.

*Ascension des Liquides* dans le Vuides, 626 = 631.

*Ascension des Vapeurs & des Exhalaisons* dans l'*Athmosphère*, 656.

**ASTRONOMIE**, ou théorie des Corps célestes, 764 = 813.

**ATHMOSPHERE TERRESTRE**, 614. Son poids & sa hauteur, 661 & 665.

*Atomes*, étendus selon *Epicure*, 55 ; inétendus, selon *Zénon*, 46.

**ATTRACTION RÉCIPROQUE des Corps**, en raison directe des masses & en raison inverse des quarrés des distances : loi de la Nature, découverte & démontrée par *Newton*, 80 = 84 & 797 = 813.

**ATTRACTIONS SPÉCIALES**, ou *Affinités* entre certains corps. Voyez *Affinités chymiques*.

*Axes optiques*, 746 = 748.

**AXE TERRESTRE.** Son sensible *Parallélisme* dans chaque révolution annuelle de la Terre autour du Soleil, 492 & 770.

*Aurore* : ou crépuscule du matin, 763.

**Bain de sable & bain-marie**, 71.

*Balance commune* : Balance romaine ou Peson, 432 & 433.

*Balancement des Corps en équilibre*, 441 = 444.

**BALISTIQUE** : les phénomènes & sa théorie, 379 = 392.

**BAROMETRE** : sa construction & ses phénomènes, 633 = 637. Règle assez sûre pour mesurer à peu près la hauteur des montagnes & la hauteur de l'Atmosphère, 662 = 665. Règle peu sûre pour annoncer le beau & le mauvais tems, 637. Descente du mercure sur les hautes montagnes, 637 & 662.

**Barques à rames & à voiles**, 433. **Barques & Vaisseaux** : comment & pourquoi ils surnagent, 586.

**Billard**, 341 & 400.

**Botanique**, 538 = 544.

**Bouffole**, 550.

**BRUTES** : multiplicité de leurs espèces, 518 = 521. Leurs sens & leur instinct, 522 & 523. Leur reproduction, 524 = 537.

**Cabestan & Tour**, 449 = 455.

**Calcination des Corps**, & explication d'un phénomène singulier, que présente la calcination de certains métaux, 563 & 564.

**Canon** : vitesse & direction qu'il imprime à un boulet, 391.

**Catoptrique** : science du rayon réfléchi, 399.

**CAUSES PHYSIQUES**, 77 = 93.

**Centres de gravité & lignes de gravitation**, 411 = 417. Changemens de centre de gravité dans le globe terrestre, possibles & probables, 506.

**Cerveau** : sa description, 516.

**Chronologies**, 507 = 510.

**Chymie & Chymistes**, 166 = 187.

**Cœur humain** : description de cet admirable viscère, 516.

**Coin mécanique**, 474 = 479.

**COMETES** : astres opaques, aussi anciens que le monde, & assez semblables à nos planètes, faisant leurs révolutions périodiques autour du Soleil, dans les ellipses immensément excentriques, 764, 793 & 505.

**Compression des Corps**, 203 = 209.

**Condensation des Corps**, 203 = 209.

**Cône ombreux des planètes & des comètes**, 724 & 725.

**CONTINU** : définition de ce terme, 44. Divisibilité du continu, 45 = 71.

**Cordes mécaniques** : leur poids & leur roideur, 487 = 491.

**Cordes de violon & de clavecin**, dont les vibrations produisent le Son, 669 = 682.

**CORPS HUMAIN**, description de ses principaux organes, & de leur action mécanique, 516.

**COULEURS** : dans les rayons, 694 = 714; dans les objets colorés, 701 & 730; dans leurs métamorphoses, 701 & 707.

**Crépuscules**, 742 & 743.

**Cric** : machine, 454.

**Crystal de roche**, 131 : crystal factice, 135.

**Crystallin** : partie de l'œil, 758 & 760.

CRYSTALLISATION des Sels, des pierres, des métaux, 120=135.

Cuivre : métal imparfait, 128, 546, 554.

**D**écomposition des Forces, 351=357.

Déluge, 502=506.

Démi-métaux, 128 & 554.

Densité des Corps, 202, 149.

Diamant, 131. Sa formation, 134.

DIEU, Être incréé & créateur, seul auteur, seul moteur, seul conservateur de la Nature, 74, 76, 148.

Digestion & Nutrition, 517.

Dilatation & Condensation des Corps, 203=216.

Dilatabilité de l'eau, 655.

Dissolutions chymiques, 101=117.

Distances des Objets : comment on les évalue, 747.

Distillation chymique, 170.

Divisibilité de la Matière, 45=71.

Division de la Matière, 20=44.

Dorure, vraie & fausse, 27=29.

Dureté ou Solidité des Corps : sa cause physique, 217=225.

E = I.

**E**AU : sa nature, 94. Ses affinités, 95 = 109. L'eau, principe des corps, 179 & 161. Eau en vapeur, 14000 fois moins dense que dans son état naturel, 653.

Eau-forte & Eau régale, 111=119.

Echo, ou réflexion du Son, 683.

Eclipses de Soleil & de Lune, 724 & 725.

Ecliptique, 766 & 774.

ELASTICITÉ des Corps : sa nature & sa cause physique, 226=240. Excitée par voie de pression & par voie de tension, 238. Elle produit dans le Corps compressible & comprimé, une réaction égale & opposée à l'action, 327 & 393 = 400.

ÉLÉMENTS DES CORPS, 4. Leur inséparabilité & leur indéstructibilité naturelle, 11 & 145. Eléments des corps, homogènes par leur nature, hétérogènes par la diversité de leurs masses & de leurs figures, 145. Les trois Eléments de Descartes, 163. Les quatre Eléments d'Aristote & des Chymistes modernes, 156 & 187.

Emanation de la Lumière, 42 & 690.

Eolipile, 642.

Equateur, 492 & 494.

Equilibre mécanique, 421 & 426.

Equilibre hydrostatique, 99, 566 & 593.

Equinoxes & Solstices, 770, 774, 777.

Estomac, 516.

Etendue, pénétrable & impénétrable, 14=19.

Ether cartésien, 794.

ETOILES : astres fixes & lumineux, 764, 769, 777.

Etoile du régule d'antimoine, 134.

Evaporation de l'eau, 608.

Exhalaisons & Vapeurs, 614 & 564. Leur ascension

dans l'Atmosphère, où elles vont former les Météores, 608 & 656.

**Fer & Acier** : métal imparfait, 128 & 554.

*Fermentation*, 560 & 100 = 119.

**FEU** : principe des Corps, 185. Action de l'air sur le feu. 649.

*Feu central* : sa chimere, 500 & 602.

*Fileurs d'or*, 22 = 26.

*Fixité & Volatilité* des corps, 9 & 170.

*Fleurs & Fruits* des Végétaux, 541 & 539.

*Fluides & Liquides*, 8.

**FLUIDITÉ DES CORPS** : sa cause physique, 221 & 222.

**FONTAINES & RIVIERES** : elles doivent leur origine uniquement aux pluies & aux neiges, 601 = 612. Quantité moyenne de l'Evaporation journaliere, qui va former dans l'Atmosphère, les pluies & les neiges, 608. Points de partage dans la surface terrestre, pour la distribution des eaux, 610.

*Force d'inertie*, 286 = 294.

**FORCES MOTRICES** : leur évaluation, 268 = 284. Leur décomposition, 351 = 357.

**FORCES CENTRALES** : ou Forces projectile, centripete, centrifuge, 360. Combinaison de ces trois Forces, dans le mouvement des Planètes & des Comètes, 771.

*Forces vives & Forces mortes*, 278 = 284.

*Formes substantielles* du Pé-

ripatétisme, 157 & 189 = 195.

*Fossiles*, propres & étrangers à la terre, 545 & 552.

*Froid & glace*, 221.

*Frottement des Machines*, 481 = 486.

*Fusée des montres*, 455 & 232.

**Germe des Végétaux**, 540 & 544.

*Glotte & Epiglotte*, 516 & 684.

**GRAVITÉ**, ou Pesanteur, ou Force accélératrice, 242.

Propriété commune à tous les Corps terrestres, 243; égale dans tous les corps également éloignés du centre de la Terre, 245; plus grande sous les Poles qu'en France, en France que sous l'Equateur, 251 & 252. Dans nos contrées, elle fait parcourir aux Corps quelconques, dans la première Seconde de leur chute libre dans le Vuide, environ 15 pieds de France ou 16 pieds d'Angleterre, 248. Sa direction est toujours & partout perpendiculaire à l'horizon, 247 & 808. Cette direction ne tend pas par-tout précifément au centre du sphéroïde terrestre, 808. Son action croît & décroît dans tous les Corps soumis à nos observations, en raison inverse des quarrés de leurs distances au centre de leur mouvement, 805. Sa cause est, non l'impulsion dans le Plein parfait ou imparfait, mais la Loi d'Attraction réciproque dans le Vuide, 808.

*Gresse des arbres*, 544.

Z z iij

- Grue mécanique , 453.
- H**armonie préétablie , 52.
- Haut & bas : termes étrangers à l'espace infini , 771 & 781.
- HÉTÉROGÉNÉITÉ** des Elémens des Corps , 145 ; des molécules aériennes , 668 ; des molécules lumineuses , 696 & 697.
- HOMOGÉNÉITÉ DE LA MATIERE** , 142=152.
- Horison : voyez *zénith*.
- Humeurs de l'œil : aqueuse , crystalline , & vitrée , 758 & 760.
- Hydraulique , 566.
- HYDROSTATIQUE** : ses loix & ses phénomènes , 566 = 594.
- I = O.**
- I**llusions optiques , 742 = 753.
- IMAGES DES OBJETS** , dans l'œil , 727=733.
- IMPRESSION DOMINANTE** : dans la perception du Son , 684 ; dans la perception de la Lumière & des Couleurs , 702.
- IMPULSION** : Loi de la Nature , 78. Elle est la cause physique des mouvemens mécaniques , 317 & 421. Elle n'est point la cause physique du mouvement curviligne des Planetes & des Comètes , 808.
- Incompressibilité des Liquides , 206=209.
- Incrustations & pétrifications , 556 & 557.
- INERTIE DE LA MATIE-**
- RE** , 72=76. Force d'inertie , 286-294.
- Insectes & leurs métamorphoses , 520.
- Instinct des Brutes , 523.
- Instrumens à vent , à cordes , à zones circulaires , 669, 671, 679.
- LAME SPIRALE** : clavessin naturel , composé d'une infinité de fibres de différente longueur & de différente tension , 668 & 685.
- Latitude & Longitude , 495.
- LEVIERS** de différens genres , 423=425. Action perpendiculaire au levier , 421 = 431. Action oblique au levier , 434=440. Toutes les Machines peuvent être considérées comme des leviers : ce qui simplifie la théorie de la mécanique , 422.
- Limaçon & lame spirale , 668 & 685.
- LIQUIDES** , 8 & 221. Leur gravitation propre en tous sens , 568 & 569. Equilibre des Liquides homogènes , 571 = 574. Equilibre des Liquides hétérogènes , 591 & 593. Pressions & écoulemens des Liquides , 575=582. Solides , plongés dans les Liquides , 583 = 591. Rapports de pesanteur spécifique entre les différens Liquides , entre les Liquides & différens Solides , 584 & 585.
- LOIX DE LA NATURE** , 77 & 141. Les trois Loix générales & fondamentales de la Nature , sont la loi d'Impulsion ,

la loi d'Attraction, la loi d'Affinité ou d'Attraction spéciale: voyez ces mots.

**LUMIERE**: sa division, 41 = 44. Sa nature & sa source, 688 = 693. Sa décomposition en sept especes différentes de rayons, 696. Ses Couleurs dans les rayons & dans les objets qui les répercutent, 697 = 714. Sa vitesse, 716. Loix de sa propagation, 715 = 722. Principes sur la Vision, 726 = 767.

**LUNE**: Satellite de la Terre, 766 & 777. Ses Eclipses, 725.

**M**achine pneumatique, 621 = 624.

Machine de Magdebourg, 625.

**Machines mécaniques**: elles peuvent toutes être considérées comme des Leviers, 422.

**Maladies contagieuses**, 34.

**Masse & Volume des Corps**, 200.

**MATIERE**, sa nature, 2 & 5. Ses élémens, 4. Son étendue, 14 = 19. Sa division, 20 = 44. Sa divisibilité, 45 = 71. Son inertie, 72 = 76. Ses Loix, 73 & 78 = 85. Ses Affinités, 75 = 136. Son homogénéité, 142 = 152. Principes & propriétés des diverses substances matérielles qui composent la Nature, 153 = 256.

**Matiere subtile**, 223, 228, 794, 795, 808.

**Matrice**: dans le regne animal, 253; dans le regne minéral, 545.

**MÉCANIQUE**, ou Théorie des Forces mouvantes, 410 = 491.

**Mercur**: minéral, 128. Sa suspension dans le Vuide, 629 & 633. Mercure chymique, 168.

**Méridien**, terrestre & céleste, 492.

**MERS**, Continens, Isles, 493.

**MÉTALUX**: leur ductilité, 21 = 30. Métaux parfaits, imparfaits, demi-métaux, 128 = 130. Leur dissolution, 110. Leur cristallisation, 134. Action des miroirs ardents sur les métaux parfaits, 150. Formation des Métaux, 552, 554, 563.

**MINÉRAL**, 511 & 545 = 564.

**MIRACLE DE JOSUÉ**, ou miraculeuse interruption du mouvement réel ou apparent du Soleil, pendant vingt-quatre heures, 785 & 786.

**MOLÉCULES ORGANIQUES**: dans la reproduction des animaux & des végétaux, 531 = 537.

**Monad**es de Leibnitz, 50 = 53.

**Monstres**, par excès & par défaut, 536.

**Montagnes & Vallées**, 498 & 663.

**Moufles**: ou poulies mouvantes, 447.

**Moulins**, à bras, à eau, à vent, 452.

**MOUVEMENT**: sa cause efficiente, 76. Sa nature & ses différences, 257 = 261. Son évaluation, 262 = 277. Forces vives & Forces mortes, 278 = 284. Obstacles au mouvement, 285 = 305. Loix



générales du Mouvement, 306=316. Communication du mouvement dans les Corps sans ressort, 317=325; & dans les Corps à ressort, 326=340. Loix du Mouvement composé, & décomposition des Forces, 342=362. Loix du Mouvement accéléré dans la chute des Graves, & phénomènes de la Balistique, 363=392. Loix du Mouvement réfléchi, 394=400. Loix du Mouvement réfracté, 401=409. Loix du Mouvement dans le jeu des Machines. *Voyez Mécanique.*

*Mouvement perpétuel*, fa chimere, 313.

*Musc*: diffusion de son odeur, 33.

*Muscles*: leur jeu & leur force étonnante, 516.

*Myopes & Presbytes*, 761.

**N**ageurs: leurs mouvemens dans l'eau, 588.

*NERFS & Muscles*, 516.

Nerf auditif, 685. Nerf optique, 759 & 760.

NIVEAU, 563. Hauteur de la Seine & de l'Observatoire royal à Paris, au-dessus du niveau de la Mer, 662.

*Noyés*: souvent morts en apparence, & vivans en réalité, 589.

*Nuit & Jour*, 768.

O = V.

**O**BJETS & Mouvement insensibles, 741=745.

ODEURS: leur diffusion & leur impression, 31=33.

*ŒIL NATUREL*, 729 &

756=761. Œil artificiel, 728.

*Œufs contenant le Fœtus*, 527 & 530.

*Oiseaux*, 520.

*Ombre*, 724.

OR: métal parfait, 128 & 571. Sa prodigieuse ductilité, 21=27. Action des miroirs ardens sur l'or, 150.

OREILLE: mécanisme du Son dans toutes les parties de cet admirable organe, qu'on peut regarder comme un clavecin naturel dans sa lame spirale, 585=587.

*Organisation des Végétaux*, 542 & 544.

Os & Muscles: leur jeu mécanique, 516.

*Ovaires*, 553 & 556.

**P**arabole & Mouvement parabolique, 380=385.

*Particules similaires d'Anaxagore*, 160.

*Pendule à Secondes*, 251.

*Pénombre*, 725.

*Pente des eaux*: dans les Aqueducs & dans les Rivieres, 574 & 662.

*Perles*: leur formation, 134.

*PERPENDICULAIRES* aux divers Milieux réfractans, 402.

PESANTEUR, ou Gravité, ou tendance des Corps vers certains centres: *Voyez Gravité & Forces centrales.* Pesanteur spécifique des Corps, 202 & 585. Cause Physique de la Pesanteur des Corps, 808=811. Direction de la Pesanteur, toujours perpen-

diculaire à l'horison, 247 & 808.

*Pétrifications & Congélations*, 134 & 555.

*Phases des Planetes*, 773.

*PHLOGISTIQUE*, 186, 561, 130.

*PIERRES*: leurs différentes especes, 547 & 549. Leur crySTALLISATION, 133. Pierre d'aimant, 550. Pierre dans la vessie, 134.

*Pierre philosophale*: sa chimere, 147 & 166.

*Plan incliné*: machine, 456 = 465.

*PLANETES PRINCIPALES*, 766. Leur révolution diurne & annuelle, 771. Leurs stations & leurs rétrogradations, leurs périhélies & leurs aphélies, leurs apogées & leurs périégées, 773 & 776.

*Platine*: métal parfait, 28.

*PLEIN DE DESCARTES*: sa chimere, 788 & 793 = 796. Demi-Plein & Plein parfait, 790 & 791.

*Plomb*: métal imparfait, 128.

*Poids & Pesanteur*: différence de ces deux termes: 246.

*POINTS PHYSIQUES* ou Zénoniques, 46 = 49. Points enflés, 54. Points sans contact, de Boscovich, 56.

*Poitrine*, 516.

*Poissons*, 520. Leurs mouvemens dans l'eau, 585.

*POLES* de la Terre & du Monde, 492 & 495. Poles de l'Ecliptique, 766 & 777. Aplatissement de la Terre vers les Poles, 492 & 797.

*Polypes*, 195 & 545.

*POMPES*: Pompes aspirantes, 638. Pompes aspirantes & foulantes, 640.

*Pores*, 10. Porosité des Corps, 197 216.

*Poulies*, mobile & immobile, 445 = 448.

*Poumon*, 516.

*Précipitations chimiques*, 118 & 119.

*Presbytes & Myopes*, 761.

*PRINCIPES DES CORPS*, 153 = 195; selon les Chymistes du moyen âge, ou les Paracelsistes, 168; selon les Chymistes modernes, 178.

*PROPAGATION DES ANIMAUX*: divers systèmes & diverses Expériences sur cet objet, 524 = 537.

*PROPRIÉTÉS DES CORPS*, communes & spécifiques, 196.

*Prunelle & Rétine*, 756.

*PUISSANCE MÉCANIQUE*, 343 & 418 = 421.

*Puits & Jets d'eau*, 573 & 574.

*Putréfaction*, 560.

*Pyrometre*, 216.

**Q***uadrature*: position des planetes, 773.

*Quadrupedes*, 520.

*Qualités occultes* du Péripatétisme, 157, 189 = 195, & 809.

*QUALITÉS SENSIBLES* des Corps, 190 & 193.

*Quantité du Mouvement*, ou son estimation, 268 = 284.

**R***ÉACTION*, égale & opposée à l'Action, 327.

- Recul des Armes à feu, 174. Sels neutres, 175. Sels essentiels, 176.
334. *RÉFLEXION DU MOUVEMENT*, ou Mouvement réfléchi, 394=400. Réflexion de la Lumière, 399, 690, 140.
- RÉFRACTION DU MOUVEMENT*, ou Mouvement réfracté, 401=409. Réfraction de la Lumière, 408 & 760.
- Réfraction astronomique*, 762 & 753.
- REGNE* animal, végétal, minéral, 511=564.
- Renslement de l'Equateur terrestre*, 255, 492 & 777.
- Reptiles & Insectes*, 520.
- RÉSISTANCE & Puissance* mécaniques, 418. Résistance de Cohésion, 295=298. Résistance des Milieux, 296=305. Résistance des Machines, occasionnée par le frottement des Corps & par la roideur des Cordes, 480=489.
- Rétine & Prunelle*, 756.
- Rétrogradations* des Planètes, 776 & 777.
- Roues dentées*, 454.
- Roues de voitures*, 463.
- S**AISONS : leur vicissitude, 770.
- Satellites*, ou Planètes secondaires, 766.
- S**ELS en général, 102. Leur dissolution, 104=108. Leur cristallisation, 120=127. Sel commun : sa formation, 127. Ses propriétés, 176. Sels chymiques, 168 & 172. Acides & alkalis, 173 & 174.
- Sensitive* : plante, 194.
- Seve*, ascendante & descendante, 542.
- Signes du Zodiaque*, 766 & 770.
- S**OLEIL : sa position & ses mouvemens apparens, 766, 768, 770. Ses Stations, 774. Son irradiation permanente ne doit point l'appauvrir sensiblement, 691.
- SOLIDITÉ* ou Dureté des Corps, sa cause, 217=225.
- Solslices & Equinoxes*, 770, 774, 777.
- S**ON : sa nature & ses phénomènes, 667=687.
- Stalactites & Stalagmites*, 556.
- Stations* du Soleil, 774. Stations & rétrogradations des Planètes, 776 & 777.
- Stygmaies & Etamines* des Plantes, 541.
- Suçoir des Plantes*, 542.
- Sujet franc & sauvage*, 544.
- Surdité* : ses causes, 687.
- Surface terrestre* : sa grandeur, 496 & 497.
- Suspension* de l'eau, du mercure, de tous les Liquides dans le Vuide, 626=631.
- Syphon* : machine hydraulique, 641.
- Système* de Copernic, 764=787.
- T**erre : principe des Corps ; terre vitrifiable, argilleuse, végétale, calcaire, mercurielle, 181=184, & 547=549.

**TERRÉ**, ou Globe terraque: sa nature & sa structure, 492=505. Ses révolutions physiques, 501=506. Sa formation, 501=507. Son antiquité, 507=510. Ses trois Regnes, 511=564. *Terre-planete*: ses trois mouvemens réels, 776, 777, 778, 784. Les trois Mouvemens réels de la Terre ne sont en rien opposés à l'Écriture Sainte, 785 & 786.

*Thermometre*, 210=215.

*Tons*, dominans & harmoniques, 677.

*Toupie*: son mouvement, 309 & 784.

*Tour ou Treuil*: machine, 449=455.

*Tourbillons Cartésiens*, 163 & 788. Leur chimérique influence dans le mouvement des Planetes & des Cometes, 793=796; dans le grand phénomène de la Pesanteur des Corps, 808=810.

*Tournoiemens de tête*, occasionnés par un mouvement de rotation, 780.

*Trachée artere*, 516 & 684.

Trachées des Végétaux, 542.

*Tremblemens de Terre*, 495.

*Tropiques*: cercles qui terminent les deux zones torrides, 494.

**TUBES CAPILLAIRES**: leurs phénomènes, 595=600.

V=Z.

**V***AISSÉAUX*, sanguins, lymphatiques, lactés, aériens, dans l'organisation animale, 516. Vaisseaux lymphatiques, vaisseaux propres, vaisseaux

aériens ou trachées, dans l'organisation végétale, 542 & 543.

*Vapeurs & Exhalaisons*, 564, 608, 614. Leur ascension dans l'Atmosphère, où elles vont former les Météores, 656.

*Veines & Arteres*, 516.

**VÉGÉTAL**: sa nature, 511 & 538. Sa division & son organisation, 539=543. Greffe des Arbres, 544. Formation des Végétaux, 542, 544, 152.

*Ventouses*, 643.

*Vie animale*, 647 & 517.

*Vers similaires*, 529.

*Vis & Ecrou*, 466=471.

**Vis d'Archimede**, 473. Vis sans fin, 472.

**VISION**, 726. Images des objets dans l'œil, 730=734. Angles optiques, 746. Objets & Mouvemens insensibles, 747. Artifice de la vision, 760 & 761. Œil naturel, 729 & 756. Illusions optiques, 742=753.

**VITESSE**: sa nature & son estimation, 262=267. Vitesse d'un boulet de canon, qui bat en breche, 391; de la Lumière, qui vient du Soleil à nous en sept minutes & demie environ, 716; du Son qui se fait entendre d'un lieu en un autre, 673; de la Terre dans sa révolution annuelle autour du Soleil, 779; d'un Point terrestre, dans sa révolution diurne autour de l'axe de la Terre, 779.

*Vitification des Corps*, 135.

*Vivipares & Ovipares*, 519.

*Voix humaine*, produite par un organe qu'on peut regarder comme un instrument à vent & à cordes, 684.

*Volatilité des Corps*, 9 & 167=170.

*Volcans*, 499.

*Volume des Corps*, 201.

*VIDUE* de Newton 788 & 790=796. Les Vuides immenses dont Newton a démontré l'existence dans la Nature, ne dérogent en rien à la grandeur des ouvrages du Créateur, 796.

**ZÉNITH & NADIR** d'un Point terrestre : ce sont les deux Points du Ciel où aboutiroit le rayon terrestre de ce point ; en supposant ce rayon indéfiniment prolongé au-dessus & au-dessous de son *Horison sensible* ; c'est-à-dire, d'un Cercle indéfini dont le

centre toucheroit ce point terrestre, & auquel ce rayon seroit perpendiculaire. Dans la Figure 133 ; N est le zénith du Point terrestre C : M en est le nadir : *b d b* en est l'horison sensible : R V R en est l'horison rationnel ou astronomique : A en est les Antipodes. De même ; S est le zénith du Point terrestre *f* : G H G en est l'horison astronomique : F en est les Antipodes. De même encore, R est le zénith du Point terrestre B, & le nadir du Point terrestre D : B est les Antipodes du Point D ; & D, les Antipodes du Point B. (781).

*Zodiaque* : zone céleste ou sont placés les douze Signes, 766.

*Zones terrestres*, 494.

*Zoophytes*, ou Animaux-Plantes, 520.

*Fin de la Table.*

## R A P P O R T

## DE DIVERS COURS DE MATHÉMATIQUES.

EN annonçant au Public ces *Elémens de Physique* : nous nous sommes engagés à les rapporter & à les enchaîner conjointement, & à notre Cours complet de Mathématiques élémentaires, & aux différens Cours de Mathématiques qui sont le plus généralement adoptés dans les Ecoles nationales; & voici ce rapport & cet enchaînement, dans la Table suivante.

Parmi ces Cours de Mathématiques, auxquels nous rapportons ici le nôtre: le *premier* est celui de M. l'Abbé Marie, édition de 1778. Le *second* est l'abrégé de celui de M. l'Abbé Mazéas, édition de 1775. Le *troisième* est celui d'Euclide, édition de 1778. Le *quatrième* est celui de M. Bezout, pour les Gardes du Pavillon & de la Marine, dans lequel nous ne citerons que les trois premiers volumes; que nous distinguerons par les lettres A, B, C; édition de 1779. Le *cinquième* est celui de M. l'Abbé Bossut pour les Elèves de Génie, dans lequel nous ne citerons que la première, la troisième & la quatrième parties; que nous distinguerons également par les lettres A, C, D. La sixième colonne vuide est destinée à recevoir des chiffres de rapport pour tel autre Cours quelconque de Mathématiques, que l'on préféreroit à ceux qui sont ici indiqués.

Quand nous n'avons pas trouvé, dans ces divers Ouvrages, quelque proposition qui corresponde exactement à celle que nous citons, sous tel numéro, dans notre Cours élémentaire de Mathématiques: nous y avons cité celle qui en approche le plus, celle d'où l'on peut le plus aisément déduire la Vérité mathématique dont il est question. Quant aux numéros vuides des différentes colonnes: ils annoncent que nous n'avons trouvé dans tel Auteur, aucune proposition mathématique qui établisse la proposition par nous citée. Par exemple, dans la colonne d'Euclide, les derniers numéros sont en blanc: parce que cet Auteur ne traite aucunement des Sections coniques.

Para.	Marie.	Maçéas.	Euclide.	Bezout.	Bosjut.	N.
165.	242.	179.	352.	89.A	65.A	
168.	238.	...	350.	170.	207.	
171.	232.	174.	362.	178.	210.	
172.	236.	175.	366.	180.	210.	
173.	236.	176.	366.	180.	...	
190.	48.	161.	359.	96.	83.	
221.	242.	179.	352.	106.	...	
222.	241.	180.	379.	112.	217.	
297.	283.	...	...	212.	238.	
359.	370.	360.	179.	37.B	44.C	
401.	398.	455.	400.	108.	142.	
403.	432.	453.	413.	109.	150.	
407.	...	319.	228.	...	50.	
411.	454.	...	423.	119.	195.	
425.	432.	724.	125.	300.	404.	
467.	527.	509.	313.	136.	157.	
473.	475.	455.	442.	137.	159.	
474.	474.	461.	443.	136.	159.	
499.	490.	510.	447.	162.	161.	
500.	491.	509.	547.	162.	163.	
501.	491.	509.	547.	162.	163.	
534.	...	...	...	...	...	
573.	520.	...	572.	223.	340.	
599.	533.	603.	562.	241.	330.	
619.	537.	620.	564.	263.	357.	
626.	...	...	...	...	...	
634.	538.	696.	...	269.	366.	
710.	...	...	...	...	...	
738.	672.	739.	...	282.C	63.D	
739.	664.	749.	...	283.	65.	
743.	666.	763.	...	285.	73.	
749.	672.	773.	...	286.	79.	
755.	...	...	...	...	...	
757.	676.	776.	...	292.	89.	
766.	664.	761.	...	284.	66.	
767.	672.	779.	...	304.	84.	

## APPROBATION DU CENSEUR ROYAL.

J'AI lu par l'ordre de Monseigneur le Chancelier, un Manuscrit intitulé : *Théorie des Êtres sensibles, ou Cours complet de Physique, spéculative, expérimentale, &c.* & il m'a paru qu'il ne contenoit rien qui pût en empêcher l'impression ; & même qu'elle pouvoit être utile, par la maniere dont l'Auteur a su resserrer & présenter tous les objets de la Physique. A Fontainebleau, le 17 Octobre 1771.

Signé, MONTUCLA, Censeur Royal.

Le Privilège se trouve à la fin de la *Théorie des Êtres sensibles*.

		FAUTES A CORRIGER.	
Page.	Ligne.	FAUTE:	LISEZ:
44	30	l'Optimisine (600),	l'Optimisine,
59	31	immensément	immensément
87	42	d'être dissolubles	d'être dissoluble
88	27	sous la lentille	sur la lentille
102	12	qui la distingue	qui la distinguent
129	31	: il n'y a	: mais il n'y a
164	21	de la compressibilité	de compressibilité
178	13	ou morceau	ou un morceau
241	44	dans sloix	dans les Loix
328	17	<i>Machines composés ;</i>	<i>Machines composés</i>
352	37	en ralentissant	en se ralentissant
367	27	qui les supporte ;	qui le supporte,
408	21	si disparates,	si disparats,
409	18	de saisons.	des saisons.
424	30	plus intimément ;	plus intimement,
528	36	d'eau NB ; AN qui	d'eau NB, AN, qui
559	11	venues CMD, DMC.	venues CX;D, DX C.
567	30	La force explosible	La force explosive
577	8	bien tendu.	bien tendu. (Fig. 84).
608	8	triangle DAC :	triangle DAE :
656	32	ou aura	on aura
663	29	ne fait qu'un tiers	qui ne fait qu'un quart
664	11	à peu près trois	à peu près quatre
667	24	dans l'axe <i>vm</i> ,	dans l'axe <i>vx</i> ,
669	22	fixoit aveuglement	fixoit aveuglément
692	19	qu'un dixieme	qu'un douzieme
697	13	de rayons capables	de rayons, capable
707	18	inverie de la distance	inverse des quarrés de la distance











D. f. a. 1789. 13. 8.

8<sup>o</sup>





