

BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

H. DE VRIES

ESPÈCES ET VARIÉTÉS

204

ILCAN

SCD Lyon 1



SCD Lyon 1

BIBLIOTHÈQUE

SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

## BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

Volumes in-8°, la plupart illustrés, cartonnés à l'anglaise  
à 6, 9 et 12 fr.

### DERNIERS VOLUMES PUBLIÉS

- CHARLTON BASTIAN. L'Evolution de la vie, traduction et avant-propos par H. DE VARIGNY. 1 vol. in-8 avec 12 figures dans le texte et 12 planches hors texte . . . . . 6 fr.
- LOEB. La Dynamique des phénomènes de la vie. Préface de M. le Prof. GIARD, de l'Institut. Traduit de l'allemand par MM. DADUIN et SCHÆFFER. 1 vol. avec fig. . . . . 9 fr.
- CONSTANTIN (Capitaine). Le Sentiment national et le Rôle sociologique de la guerre. Suivi de la traduction de *La guerre, moyen de sélection collective*, par le Dr STEINMETZ. 1 vol. . . . . 6 fr.
- LALOY (L.). Parasitisme et mutualisme dans la nature. Préface du Prof. GIARD, de l'Institut. 1 vol. in-8, avec 82 gravures. . . . . 6 fr.
- COSTANTIN (J.). Le Transformisme appliqué à l'agriculture. 1 vol. in-8, avec 105 gravures . . . . . 6 fr.
- JAVAL (E.). Physiologie de la lecture et de l'écriture. 1 vol. in-8, avec 96 gravures, 2<sup>e</sup> édition. . . . . 6 fr.
- COLAJANNI (N.). Latins et Anglo-Saxons. 1 vol. in-8. . . . . 9 fr.
- NORMAN LOCKYER. L'Evolution inorganique. 1 vol. in-8, avec 42 gravures . . . . . 6 fr.
- LE DANTEC (F.). Les Lois naturelles. 1 vol. in-8, avec gravures. . . . . 6 fr.
- MOSSO (A.). Les Exercices physiques et le Développement intellectuel. 1 vol. in-8. . . . . 6 fr.
- BOURDEAU (L.). Histoire de l'habillement et de la parure. 1 vol. in-8 . . . . . 6 fr.
- DEMENY (G.). Mécanisme et éducation des mouvements. 3<sup>e</sup> édit. 1 vol. in-8, avec 565 gravures. . . . . 9 fr.

### EXTRAIT DU CATALOGUE. — PHILOSOPHIE SCIENTIFIQUE

- Les Maladies de l'orientation et de l'équilibre, par J. GRASSET, prof. à la Faculté de médecine de Montpellier. 1 vol. in-8, avec grav. . . . . 6 fr.
- Le Crime et la Folie, par H. MAUDSLÉY, prof. à l'Univ. de Londres. In-8, 6<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.
- L'Esprit et le Corps, considérés au point de vue de leurs relations, suivi d'études sur les *Erreurs généralement répandues au sujet de l'esprit*, par Alex. BAIN, prof. à l'Université d'Aberdeen (Ecosse). 1 vol. in-8, 6<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.
- Théorie scientifique de la sensibilité : *le Plaisir et la Douleur*, par Léon DUMONT. 1 vol. in-8, 3<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.
- La Matière et la Physique moderne, par STALLO, précédé d'une préface par M. Ch. FRIEDEL, de l'Institut. 1 vol. in-8, 2<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.
- Le Magnétisme animal, par Alf. BINET et Ch. FÉRÉ. 1 vol. in-8, 4<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.
- L'Intelligence des animaux, par ROMANES. 2 vol. in 8. 2<sup>e</sup> édit. précédée d'une préface de M. Edm. PERRIER, de l'Institut, direct. du Muséum. . . . . 12 fr.
- L'Evolution des mondes et des Sociétés, par C. DREYFUS. In-8. . . . . 6 fr.
- L'Evolution régressive en biologie et en sociologie, par DEMOOR, MARSART et VANDERVELDE, prof. des Univ. de Bruxelles. 1 v. in-8 avec grav. . . . . 6 fr.
- Les Altérations de la personnalité, par Alf. BINET, directeur du laboratoire de psychologie à la Sorbonne. In 8, avec gravures. . . . . 6 fr.
- Théorie nouvelle de la vie, par F. LE DANTEC, chargé du cours d'embryologie générale à la Sorbonne. 4<sup>e</sup> édit. 1 vol. in-8, avec figures. . . . . 6 fr.

32.204

~~32.004~~

32204

# ESPÈCES ET VARIÉTÉS

LEUR NAISSANCE PAR MUTATION

PAR

HUGO DE VRIES

---

TRADUIT DE L'ANGLAIS

PAR

L. BLARINGHEM

Docteur ès sciences

Chargé d'un cours de biologie agricole à la Sorbonne

---



PARIS

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

LIBRAIRIES FÉLIX ALCAN ET GUILLAUMIN RÉUNIES

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

---

1909

Tous droits de reproduction réservés

SCD Lyon 1

## L'ORIGINE DES ESPÈCES

---

*L'origine des espèces est un phénomène naturel.*

LAMARCK.

*L'origine des espèces est un sujet de recherches.*

DARWIN.

*L'origine des espèces est un sujet d'études expérimentales.*

DE VRIES.

## TABLE DES MATIÈRES

---

AVANT-PROPOS DE L'AUTEUR POUR L'ÉDITION FRANÇAISE . . .	III
PRÉFACE DE L'AUTEUR . . . . .	V
PRÉFACE DE L'ÉDITEUR . . . . .	VIII

### I. — INTRODUCTION

PREMIÈRE CONFÉRENCE : Théorie de l'évolution et méthodes de recherches. . . .	1
---	---

### II. — ESPÈCES ÉLÉMENTAIRES

DEUXIÈME CONFÉRENCE : Les espèces élémentaires dans la nature . . . . .	21
TROISIÈME CONFÉRENCE : Espèces élémentaires de plantes cultivées. . . . .	41
QUATRIÈME CONFÉRENCE : Sélection d'espèces élémentaires. . . . .	59

### III. — VARIÉTÉS RÉGRESSIVES

CINQUIÈME CONFÉRENCE : Caractères des variétés régressives . . . . .	77
SIXIÈME CONFÉRENCE : Stabilité et atavisme réel. . . . .	98
SEPTIÈME CONFÉRENCE : Faux atavisme ou vicinisme. . . . .	117
HUITIÈME CONFÉRENCE : Caractères latents . . . . .	136
NEUVIÈME CONFÉRENCE : Croisement d'espèces et de variétés . . . . .	155
DIXIÈME CONFÉRENCE : Loi des croisements bisexuels ou loi de MENDEL. . . . .	173

## IV. — VARIÉTÉS INSTABLES

ONZIÈME CONFÉRENCE : Fleurs striées . . . . .	195
DOUZIÈME CONFÉRENCE : Le Trèfle à cinq feuilles . . .	215
TREIZIÈME CONFÉRENCE : Pistillodie dans les Pavots . .	233
QUATORZIÈME CONFÉRENCE : Monstruosités . . . . .	253
QUINZIÈME CONFÉRENCE : Adaptations doubles. . . . .	271

## V. — MUTATIONS

SEIZIÈME CONFÉRENCE : Origine de la Linaire péloriée .	289
DIX-SEPTIÈME CONFÉRENCE : Production de fleurs dou- bles . . . . .	307
DIX-HUITIÈME CONFÉRENCE : Les nouvelles espèces d'œ- nothères. . . . .	325
DIX-NEUVIÈME CONFÉRENCE : Cultures pédigrées expéri- mentales. . . . .	345
VINGTIÈME CONFÉRENCE : Origine des espèces et des va- riétés de plantes sauvages. . . . .	365
VINGT ET UNIÈME CONFÉRENCE : Les mutations horti- coles. . . . .	383
VINGT-DEUXIÈME CONFÉRENCE : Atavisme systématique .	400
VINGT-TROISIÈME CONFÉRENCE : Anomalies taxinomiques.	419
VINGT-QUATRIÈME CONFÉRENCE : L'hypothèse des muta- tions périodiques. . . . .	437

## VI. — FLUCTUATIONS

VINGT-CINQUIÈME CONFÉRENCE : Lois générales de la fluc- tuation. . . . .	457
VINGT-SIXIÈME CONFÉRENCE : Multiplication asexuée des extrêmes. . . . .	475
VINGT-SEPTIÈME CONFÉRENCE : Inconstance des races améliorées. . . . .	493
VINGT-HUITIÈME CONFÉRENCE : Sélection artificielle et sélection naturelle . . . . .	512

A LA MÉMOIRE

DE

ALFRED GIARD

MEMBRE DE L'INSTITUT

*Hommage de l'Auteur  
et du Traducteur.*



M. le Professeur Hugo de Vries a voulu placer en tête de ce livre le nom du savant biologiste français qui devait le présenter au public. Seules, les premières atteintes de la maladie, dont le dénouement devait être si cruel pour le monde scientifique, avaient contraint Giard à retarder l'accomplissement d'une promesse qui lui était chère.

Dans son enseignement à la Sorbonne, où il exposait tous les progrès de la science de l'Evolution, le Professeur Giard avait fait une place de plus en plus grande à la théorie nouvelle de la mutation. Par ses leçons et par ses conseils, il orientait ses élèves vers l'étude expérimentale de l'origine des espèces et des variétés. Je remplis un devoir pieux et je désire donner un témoignage de ma profonde reconnaissance envers mon maître, en lui faisant hommage d'un travail entrepris sous sa direction.

L. BLARINGHEM.

Paris, Septembre 1908.

SCD Lyon 1

## AVANT-PROPOS DE L'AUTEUR

POUR L'ÉDITION FRANÇAISE

---

Prié par M. Blaringhem et moi-même, M. le professeur Alfred Giard, l'auteur célèbre de tant de beaux articles sur l'évolution des êtres organisés, avait consenti à écrire une préface pour cette traduction. Malheureusement, diverses raisons l'ont empêché de remplir cette promesse juste au moment où ce livre doit paraître.

Nous attachons une très haute valeur à son témoignage. Giard a toujours été parmi les premiers dans la discussion de la théorie darwinienne. Partisan des idées de Darwin dès son début, il a consciencieusement suivi les progrès de cette science de l'évolution. A diverses reprises, il les a soumises à un examen sévère et il a exposé leurs avantages et leurs défauts avec une clarté convaincante.

Par ses études et par sa grande autorité personnelle, Giard avait le droit de juger la conception nouvelle de la *mutation*. Il s'est décidé à admettre la légitimité de l'idée d'une origine des espèces par sauts brusques avec lignées résultantes bien définies et en nombre limité. « Dans la production de formes nouvelles, — dit-il, — il n'existe qu'un certain nombre d'états d'équilibre possibles, qui, suivant les circonstances, seront isolément ou simultanément réalisés. »

Nous sommes fiers de l'appui de sa haute autorité et nous regrettons vivement que cette traduction ne puisse être présentée directement par lui au public français. C'est par son initiative et avec son continuel appui que M. Blaringhem, un de ses élèves, l'a entreprise. Par une longue série de

recherches sur l'hérédité et sur la variabilité, sur les déviations du type normal et sur les traumatismes, M. Blaringham s'est montré un élève de M. Giard, bien préparé pour réaliser les idées du maître sur le champ expérimental et pratique. Je suis heureux d'avoir trouvé pour mon livre, un traducteur aussi compétent et aussi soigneux.

En agriculture et en horticulture, le principe de la mutation est devenu un guide qui enseigne à remplacer l'ancienne méthode de la sélection lente par l'isolement direct des sous-espèces ou types élémentaires. C'est ce que M. Blaringham s'occupe de faire pour les Orges; c'est ce que d'autres font pour d'autres espèces cultivées. Les intérêts de la science et de la grande pratique exigent donc la promulgation de ces idées, et je me flatte que cette traduction contribuera largement à leur victoire définitive.

Amsterdam, juillet 1908.

HUGO DE VRIES.

## PRÉFACE DE L'AUTEUR

---

L'objet de ces conférences est de décrire les moyens et les méthodes qui permettent d'étudier l'origine des espèces et des variétés au point de vue expérimental, dans l'intérêt de la pratique agricole et horticole autant que dans l'intérêt de la biologie générale. Toutes les preuves accumulées jusqu'ici en faveur de la théorie darwinienne de la descendance, ont été fournies par la comparaison des faits; nous en avons déduit quelques notions générales sur les principaux problèmes de l'évolution du règne végétal, mais nous n'avons pas encore étudié, avec méthode, la naissance d'une espèce dans une autre espèce. L'opinion courante est que les espèces se transforment lentement en des types nouveaux. Au contraire, les partisans de la théorie de la Mutation prétendent que les espèces et variétés nouvelles dérivent des formes préexistantes par sauts brusques. Dans cette métamorphose, le type initial persiste sans modifications et il peut donner naissance, à plusieurs reprises, à de nouvelles formes; celles-ci naissent ensemble et en groupes ou séparément et à des intervalles plus ou moins rapprochés.

Les grandes lignes de la théorie de la mutation ont été exposées longuement dans mon livre *Die Mutationstheorie* (vol. I, 1901, vol. II, 1903, Leipzig, Veit et Co.), dans lequel je me suis efforcé d'en présenter les preuves détaillées et aussi complètes que possible. Les documents proviennent, soit de mémoires dignes de foi, soit de mes propres recherches expérimentales.

L'Université de Californie m'a invité à donner sur ce sujet une série de conférences à Berkeley, pendant l'été de 1904 et, dans ce livre, ces conférences sont offertes à un public

qui maintenant s'intéresse à fond au progrès des idées modernes sur l'évolution. J'y décris quelques-unes de mes expériences et de mes cultures généalogiques en adoptant la méthode employée dans la rédaction de la *Mutations-theorie*; toutefois je les ai en partie abrégées, en partie remaniées, afin de donner une idée plus claire de leur étendue et de leur portée. J'y ai ajouté des expériences et des observations nouvelles et, en choisissant des exemples dans le matériel considérable de faits fournis par des publications récentes, j'ai surtout voulu exposer avec clarté les idées directrices des recherches; pour les preuves exactes et détaillées, je renvoie le lecteur au grand ouvrage publié sur le même sujet. Une démonstration scientifique est souvent longue et encombrée de discussions délicates d'importance secondaire. Dans ces conférences, j'ai essayé de retenir l'attention sur les points les plus importants du sujet en laissant de côté les détails de moindre intérêt pour le grand public.

J'ai cherché avec un soin tout particulier à indiquer les lacunes de nos connaissances sur ces questions et les moyens de les combler. On peut faire beaucoup d'observations intéressantes relatives à des parties peu connues du sujet, même avec des ressources limitées, soit sur les plantes des jardins, soit sur la flore sauvage. L'exactitude et la persévérance, jointes à un amour profond de la nature, sont, avant tout, les qualités nécessaires pour de semblables recherches.

Dans son admirable traité sur *l'Evolution et l'Adaptation* (New-York, Mac Millan et C°, 1903), Thomas Hunt Morgan a discuté beaucoup de questions secondaires qui se rattachent à la théorie de la Descendance; il l'a fait d'une manière si complète et si convaincante que je puis négliger de traiter moi-même ces questions. Son livre donne un résumé exact de tous les problèmes et peut être aisément compris par le grand public.

Je tiens à offrir mes remerciements au Dr. D. T. Mac Dougal et à Miss A. M. Vail, du Jardin botanique de New-York, pour le soin qu'ils ont mis dans la préparation du manuscrit destiné à l'impression. Le Dr. Mac Dougal, par

ses publications, a présenté mes découvertes à ses collègues américains; par ses cultures des espèces mutantes de l'Enothère, il a fourni des preuves nouvelles en faveur de mes opinions, preuves qui contribueront beaucoup à écarter les difficultés que rencontre encore la théorie de la Mutation pour être acceptée par tous.

Dans mon ouvrage, je prétends être en complet accord avec les principes posés par Darwin en tâchant de donner une analyse complète de quelques-unes des notions de variation, d'hérédité, de sélection et de mutation, qui étaient nécessairement vagues à son époque. Il faut dire que Darwin a donné une telle extension aux recherches scientifiques sur ces questions que, un demi-siècle plus tard, il reste encore à étudier un bon nombre de problèmes d'un intérêt capital posés par lui. L'œuvre qui doit actuellement retenir notre attention consiste évidemment en l'observation expérimentale et le contrôle de la naissance des espèces. Le principal objet de ces conférences est de faire connaître les méthodes à employer dans ce genre de recherches.

HUGO DE VRIES.

Amsterdam, octobre 1904.

## PRÉFACE DE L'ÉDITEUR<sup>1</sup>

---

Le professeur Hugo de Vries a rendu un service de plus à tous les naturalistes en préparant les conférences sur la mutation publiées dans ce volume. A la lecture, on peut reconnaître que les documents de la *Mutationstheorie* ont été présentés ici sous une forme condensée et que, depuis le temps où l'original a été préparé, on a eu l'occasion d'acquérir des faits nouveaux. De plus, en examinant de nouveau quelques-unes des conclusions les plus importantes, on peut constater un progrès notable dans l'étude de certains problèmes compliqués.

On espère que la publication de ce texte anglais de la théorie de la mutation stimulera les recherches sur les différentes questions soulevées. Cependant ce volume ne peut en aucune façon remplacer comme ouvrage documentaire la *Mutationstheorie* qui renferme l'exposé détaillé des faits et des documents considérables, mais il peut lui être substitué pour l'enseignement du grand public.

Le travail de la revision des conférences a été très agréable à l'éditeur, surtout parce qu'il a été l'occasion pour lui d'examiner avec plus de soin quelques-uns des résultats les plus récents; il a facilité, par suite, les recherches qui sont faites depuis quelque temps au Jardin botanique de New-York. Jusqu'ici, leurs résultats confirment les conclusions de H. de Vries dans tous leurs détails importants. La préparation du manuscrit pour l'impression a consisté surtout en l'adaptation des discussions orales et des démonstrations à une forme qui convenait mieux à un exposé définitif et aussi en certains autres changements soumis à l'auteur. On a conservé dans la mesure du possible les phrases originales. L'éditeur a l'honneur de remercier, pour son aide, Miss A. M. Vail, bibliothécaire du Jardin botanique de New-York.

D. T. MAC DOUGAL.

Jardin botanique de New-York, octobre 1904.

1. Mr. D. T. Mac Dougal s'est chargé de faire imprimer les conférences rédigées en anglais par Hugo de Vries. (*Note du traducteur.*)

# ESPÈCES ET VARIÉTÉS

---

## I

### INTRODUCTION

---

#### PREMIÈRE CONFÉRENCE

##### PROBLÈMES DE LA DESCENDANCE : THÉORIES DE L'ÉVOLUTION ET MÉTHODES DE RECHERCHES

Newton réussit à convaincre ses contemporains que l'univers entier est régi par des lois naturelles. Lyell, en établissant le principe d'une évolution lente et graduelle, montra que les lois naturelles régnaient depuis le commencement des temps. A Darwin, nous devons la croyance presque universelle à la théorie de la descendance des êtres vivants. Cette doctrine est l'un des plus remarquables jalons des progrès humains; elle couronne la science fondée par Newton et Lyell en établissant la valeur des lois naturelles de la vie dans son sens le plus large.

Lamarck avait émis l'hypothèse que tous les êtres vivants ont une origine commune; cette conception ingénieuse et éminemment scientifique eut de chauds partisans, mais peu nombreux, parce que les preuves manquaient. C'est à Darwin qu'était réservé l'honneur de porter la théorie d'une descendance commune pour tous les êtres au rang élevé qu'elle occupe aujourd'hui dans les sciences naturelles et sociales.

Deux caractères principaux de l'œuvre de Darwin ont déterminé cette victoire rapide et inattendue; ce sont, d'une part, la quantité presque illimitée de preuves qu'il a dédui-

tes de comparaisons, et, d'autre part, la démonstration de la possibilité de faire des recherches expérimentales sur la descendance elle-même. Avant Linné, on supposait que les genres avaient été créés et que les espèces et les groupes de moindre importance étaient nés de ces genres par l'action des agents extérieurs. Cette croyance, universellement admise, à la création indépendante des organismes vivants fut modifiée par Linné et placée sur des bases nouvelles. Après avoir adopté l'opinion de ses contemporains dans son premier ouvrage, il changea d'avis dans la suite et soutint le principe de la création séparée des espèces. Sous le poids de son autorité, cette notion fut acceptée par tous et de nos jours encore le concept de l'espèce repose sur la définition donnée par Linné. Les espèces linnéennes renferment des sous-espèces et des variétés qui en sont nées sous l'influence des agents extérieurs, de même que, dans l'ancienne théorie, les espèces dérivait des genres.

Darwin s'efforça de montrer que les chaînons qui unissent l'espèce au genre sont de la même nature que ceux qui déterminent les relations de parenté des sous-espèces et des variétés. Si l'on admet qu'une cause naturelle a provoqué la naissance des sous-espèces et des variétés, il faut, pour être logique, accepter la même origine pour les espèces, et cette opinion était celle des prédécesseurs de Linné. Mais les preuves que Darwin avait accumulées lui ont permis de faire un pas de plus, et ce pas fut décisif. Il montra que les relations qui unissent les divers genres d'une famille sont exactement de la même nature que celles qui existent entre les espèces d'un même genre. Les règles admises pour un groupement devaient l'être aussi pour les autres, et il fallait les adopter pour les groupements les plus larges. La conviction que l'on a de l'origine commune des formes étroitement alliées conduit à la notion d'une origine semblable pour les groupes dont la parenté est lointaine.

L'origine des sous-espèces et des variétés, telles qu'on les rencontre dans la nature, n'était pas démontrée, mais seulement reconnue comme évidente. La connaissance plus complète des faits a conduit à faire prévaloir la même opinion pour les groupements plus considérables. Ce principe

donne une explication possible des affinités systématiques; sans lui, toute ressemblance n'est qu'apparente et accidentelle. Les données géographiques et paléontologiques que Darwin et d'autres ont rassemblées en nombre considérable montrent toutes la même loi. La grande quantité de preuves fournies par toutes les sciences d'observation nous forcent à accepter cette idée. La nier, c'est renoncer à toute occasion de concevoir la nature sous son véritable aspect.

Les points essentiels de la théorie de la descendance sont maintenant admis comme le fondement de toutes les sciences biologiques. Un demi-siècle de discussions et de recherches fut employé à mettre en lumière les points secondaires et à réunir de nombreux faits; mais ceux-ci n'ont pas modifié le principe. L'évolution des formes à la suite de changements est aujourd'hui universellement admise comme la loi essentielle de la nature dans le monde organisé. En l'honneur de celui qui, avec un génie sans égal et un travail illimité, a établi les bases de la pensée moderne, on a appelé cette théorie le « Darwinisme ».

En second lieu, Darwin contribua à ce succès en donnant la preuve qu'on pouvait, par des expériences, expliquer le processus de l'évolution. En ce qui concerne la possibilité de l'explication, il réussit à convaincre complètement ses contemporains; mais on discuta bientôt les moyens particuliers auxquels il attribuait le changement des espèces. Bien plus, on souleva, dès le début, des objections telles que Darwin fut obligé de modifier ses vues dans ses derniers ouvrages, sans toutefois détruire les objections et les critiques qui depuis ont été accumulées sans cesse.

A l'époque de Darwin, on ne possédait aucune expérience sur l'origine des espèces dans la nature. Ce fut une idée heureuse de choisir les observations des éleveurs sur la production de nouvelles formes comme base d'une explication des phénomènes naturels. A mon avis, Darwin eut tout à fait raison et il a réussi à donner les preuves demandées. Mais la base était fragile et ne pouvait résister à un examen trop attentif. Darwin s'en est toujours rendu compte. Il a été prudent à l'extrême, laissant beaucoup de

points indécis et donnant le degré de valeur de ses nombreux arguments. Malheureusement cette prudence ne fut pas adoptée par ses successeurs. Ils ont insisté, sans précautions, sur une des faces du problème en négligeant complètement les autres. Wallace a même été si loin dans son admiration zélée et ardente pour Darwin qu'il a écrit sous le nom de Darwinisme, des choses qui, à mon avis, n'ont jamais appartenu aux conceptions de Darwin.

Les observations des éleveurs étaient tout à fait insuffisantes pour l'usage qu'en fit Darwin. Elles n'étaient ni scientifiques, ni exactes au point de vue critique. On avait à peine une idée des lois de la variation; on distinguait mal les différents modes de variabilité. Les notions acquises par les éleveurs suffisaient peut-être pour un but pratique, mais au point de vue scientifique, il fallait une conception claire des différents facteurs qui déterminent la variation. A plusieurs reprises, Darwin s'efforça de définir les causes de la variabilité, mais les faits dont il disposait ne répondaient pas à ses besoins.

Quételet n'avait pas encore publié les lois de la variation. On ignorait les idées de Mendel sur les unités héréditaires, idées qui expliquent certaines lois de variabilité des hybrides. Les agronomes n'ont reconnu que récemment la différence qui existe entre les variations spontanées et soudaines et les variations fluctuantes, toujours présentes. Beaucoup de points secondaires, qui mettent de la clarté dans les observations des éleveurs et avec lesquels nous sommes familiarisés aujourd'hui, étaient inconnus au temps de Darwin. Il n'est pas étonnant qu'il fit des erreurs et qu'il insistât sur des modes d'évolution qui, depuis, sont reconnus d'importance secondaire ou de valeur douteuse.

Malgré toutes ces difficultés, en apparence insurmontables, Darwin découvrit le grand principe qui régit l'évolution des êtres. C'est le principe de la sélection naturelle. C'est la destruction de tous les organismes inférieurs par le passage au crible de la lutte pour la vie. Mais ce n'est qu'un crible, et non une force naturelle, ni même une cause directe d'amélioration comme beaucoup des adversaires de Darwin et malheureusement aussi un grand

nombre de ses partisans l'ont souvent affirmé. Ce n'est qu'un crible qui sépare ce qui doit vivre et ce qui doit mourir. Or, les limites de la variation sont larges et l'évolution d'une fleur ou d'une plante insectivore est un processus qui présente beaucoup de directions latérales. C'est le crible qui maintient l'évolution sur la ligne principale détruisant tout ou presque tout ce qui essaie de suivre d'autres directions. Par ce moyen la sélection naturelle est la seule cause directrice des grandes lignes de l'évolution des êtres.

Mais il n'en est plus de même, si l'on examine les étapes, prises une à une, de l'évolution. Le crible n'agit, en éliminant le moins adapté, que lorsque le progrès a été fait et la recherche de la cause de chaque étape dans la marche de l'évolution est un tout autre côté de la question.

Sur ce point, Darwin reconnaît deux cas possibles. Le changement peut se produire soit par l'apparition soudaine et spontanée de formes nouvelles dans la souche ancienne, soit par l'accumulation graduelle des variations toujours présentes et fluctuantes qui font dire communément que, dans une race donnée, il n'y a jamais deux individus absolument identiques. Nous appelons aujourd'hui *mutations* la première catégorie de changements et nous désignons la seconde sous le nom de *variations* ou mieux, parce que ce mot est souvent employé avec d'autres sens, sous le nom de *fluctuations*.

Darwin admit ces modes d'évolution ; Wallace rejeta les changements brusques et proposa les fluctuations comme le seul facteur. Tout récemment, beaucoup d'auteurs, surtout en Amérique, ont abandonné l'opinion de Wallace.

A l'heure actuelle, l'existence des mutations est reconnue et la discussion se limite à la question de savoir si elles doivent être regardées comme le principal moyen de l'évolution, ou bien, si les changements lents et graduels n'ont pas aussi joué un rôle considérable.

Les partisans de la théorie de l'évolution par accumulation lente de fluctuations légères se divisent en deux camps. Les uns, appelés Néo-Lamarckiens, affirment que le milieu ambiant est un agent modificateur qui produit dans l'orga-

nisme des changements correspondants et utiles. Les autres se désignent sous le nom de Darwiniens ou Sélectionnistes, à tort, je crois, car ils admettent les restrictions arbitraires que Wallace a apportées aux principes de Darwin; pour eux les variations fluctuent dans toutes les directions et le choix est laissé au crible de la sélection naturelle.

Nous sommes loin de prendre parti entre ces différentes vues en ne tenant compte que des faits connus à l'heure actuelle. Les mutations observées sont encore très rares; elles suffisent à indiquer les modes possibles, ou du moins les plus probables, de l'évolution, mais rien de plus. D'autre part, les méthodes actuelles de sélection ne permettent pas aux fluctuations de dépasser des limites relativement étroites. Cependant on ne peut dire si nos méthodes sont vraiment les bonnes et si l'application de nouveaux principes ne donnera pas des résultats nouveaux en faveur de l'une ou de l'autre théorie.

Dernièrement Morgan, dans son excellent livre, *Evolution and adaptation*, a fait une étude détaillée et fidèle des opinions opposées. Il a soumis toutes les théories émises à une critique sévère, en examinant à la fois les faits, leur possibilité et leur valeur logique. Il se décide en faveur de la théorie de la mutation. Ses arguments sont nets et complets; ils sont faciles à suivre par tout lecteur intelligent, si bien que son livre me dispense complètement de discuter ces questions générales puisqu'elles ne pourraient l'être mieux et avec plus de clarté.

J'ai l'intention de donner une revue des faits empruntés au règne végétal qui sont à l'appui de ma thèse, à savoir que des espèces et des variétés sont nées par mutation, et que, à l'heure actuelle, on n'en connaît pas qui soient nées d'une autre façon. Cette étude comprend deux parties. La première consiste en l'examen critique des exemples de sélection agricole et horticole qui ont été accumulés depuis l'époque de Darwin. Cet ensemble de faits doit être complété par quelques expériences correspondantes, relatives à la nature réelle de l'espèce à l'état sauvage. L'autre partie repose sur mes propres observations et expériences, faites dans le Jardin botanique de l'Université d'Amsterdam.

Il y a bien des années que je m'efforce d'élucider les conditions héréditaires des espèces et des variétés et d'expliquer la rencontre accidentelle de mutations qui produisent subitement de nouvelles formes. La discussion actuelle a un double but. D'une part, elle doit justifier la théorie des mutations, dérivée des faits dont nous disposons. D'autre part, elle doit montrer quelles preuves certaines nous manquent et indiquer le moyen de combler les lacunes peu à peu. Les recherches expérimentales sur l'hérédité n'entraînent pas nécessairement de vastes installations et des laboratoires construits à grands frais; elles demandent l'assiduité et l'exactitude. Tous ceux qui peuvent se vanter de posséder ces deux qualités et qui disposent d'un petit jardin sont priés de prendre part à cet ensemble de travaux.

Pour observer la naissance de formes nouvelles, il est nécessaire tout d'abord de s'entendre sur les formes que l'on peut espérer voir naître d'autres et, avant de donner une démonstration du processus de l'origine des espèces, il est convenable de se demander ce qui constitue une espèce.

Le mot espèce a toujours eu un double sens. Tantôt il représente l'espèce systématique, qui est l'unité de notre système de classification. Mais cette unité n'est pas du tout indivisible. Déjà Linné savait qu'elle correspondait dans beaucoup de cas à un ensemble complexe de formes et, avec le progrès de la science, on en a reconnu bien d'autres exemples. Aujourd'hui la grande majorité des espèces systématiques se décomposent en unités de moindre importance que l'on désigne sous le nom de variétés dans les ouvrages de classification. Cette dénomination est mauvaise à plusieurs points de vue. D'abord, on donne le nom de variété en horticulture et en agriculture à des choses si différentes que ce mot perd toute signification précise; en outre, les subdivisions de l'espèce ne sont pas équivalentes et les variétés systématiques renferment des unités dont la valeur réelle diffère beaucoup selon les cas. Il y en a qui sont en réalité de véritables espèces et que certains auteurs ont « élevé », disent-ils, à ce rang. Cette notion de l'espèce élémentaire est très juste et supprimerait de suite toutes les difficultés si elle n'avait un grave inconvénient dans la pratique. En l'adoptant, on doublerait,

et triplerait même, le nombre des espèces de tous les genres; comme ce nombre est déjà encombrant dans beaucoup de cas, la distinction des espèces indigènes d'une région donnée perdrait la meilleure partie de son charme et de son intérêt.

Pour obvier à cet inconvénient, il faut admettre deux sortes d'espèces. Les espèces systématiques sont les unités adoptées par les classificateurs et les botanistes; tous les admirateurs de la nature sauvage doivent faire de leur mieux pour les conserver telles que Linné les a définies; toutefois, ces unités n'existent pas en réalité, ce sont des groupements artificiels au même titre que les genres et les familles. Les véritables unités dans la nature sont les espèces élémentaires; leurs limites semblent souvent indéterminées et on ne peut les fixer que dans de rares cas, par l'étude de cultures. La culture pédigrée est la méthode à adopter et toute forme qui reste constante et distincte des formes affines dans le champ d'essai doit être regardée comme une espèce élémentaire.

Dans les conférences suivantes, nous examinerons en détail la nature composée des espèces systématiques de plantes sauvages et cultivées. Dans les deux cas, leur connaissance a une grande importance et les nombreux mémoires dont elles ont été l'objet récemment montrent qu'on les accepte aujourd'hui presque partout.

Toutes les divisions de l'espèce systématique n'ont pas le même titre au nom d'espèces élémentaires. Il faut éliminer d'abord les groupements faits d'après des différences qui peuvent se présenter sur les parties d'un même individu. Si l'on partage en deux moitiés la souche d'une plante alpine et si on en plante une dans la plaine, il se produit aussitôt des différences qui souvent sont regardées comme des caractères de variétés dans les ouvrages de systématique. De même, il faut placer dans un même groupe tous les individus qui ne diffèrent que par des variations fluctuantes. Nous en reparlerons plus loin.

Mais en dehors de ces cas peu importants, les subdivisions de l'espèce systématique présentent deux caractères très distincts. Aujourd'hui, je vais essayer de les opposer avec clarté en peu de mots, mais nous reviendrons dans une autre

conférence à la discussion de leur contraste bien intéressant.

Linné lui-même reconnut que, dans certains cas, toutes les subdivisions de l'espèce ont la même valeur et que leur ensemble constitue un groupe appelé espèce. Aucun des éléments ne prévaut sur les autres ; ce n'est point une espèce ayant des variétés, mais un groupe formé uniquement de variétés. Les variétés de cette nature, étudiées par le fondateur de la systématique, nous apparaissent, après un examen plus approfondi, comme répondant exactement à ce que nous appelons aujourd'hui des espèces élémentaires.

Dans d'autres cas, les variétés ont une nature dérivée. En général, le type pur de l'espèce se développe encore quelque part, mais il arrive aussi qu'il est complètement disparu. Les variétés sont dérivées de ce type et le botaniste reconnaît souvent cette dérivation à des caractères tout à fait évidents. Le plus souvent, c'est la perte de quelque caractère superficiel qui distingue la variété de l'espèce, comme l'absence de pigment coloré dans les fleurs, de poils sur la tige et les feuilles, d'épines ou d'aiguillons, etc... On ne doit pas traiter ces variétés comme des espèces élémentaires, quoiqu'on le fasse souvent. Nous les appellerons « variétés régressives », mot qui indique nettement la nature de leur parenté avec les espèces dont on suppose qu'elles dérivent. Pour mieux souligner l'opposition qui existe entre les espèces élémentaires et les variétés régressives, nous dirons tout de suite que nous supposons que les premières sont nées par une variation progressive. Elles ont réussi à acquérir des caractères tout à fait nouveaux, tandis que les variétés régressives ont seulement perdu quelque particularité antérieurement acquise par leurs ancêtres.

Le règne végétal tout entier montre la lutte constante de la progression et de la régression. Sans doute, les grandes lignes de la généalogie générale sont dues à la progression, puisque de nombreux progrès ont conduit les végétaux phanérogames à une organisation de beaucoup supérieure à celle de leurs ancêtres cryptogames. Mais la progression est presque toujours accompagnée de régression, aussi bien dans les lignes principales de l'évolution que dans les branches col-

latérales de l'arbre généalogique. Parfois la régression l'emporte; les Monocotylédones ne sont évidemment qu'une branche réduite des dicotylédones primitives. Les Orchidées et les Aroidées, les Graminées et les Iridacées montrent des traces importantes de la réduction qui affecte les fleurs comme les embryons des semences. On pourrait citer beaucoup de cas où la progression et la régression ont joué un rôle important dans l'évolution. Il faut donc, par notre analyse, disséquer les phénomènes compliqués de l'évolution, afin de montrer les rôles joués par ces deux processus opposés. Il a peut-être fallu des centaines de variations pour obtenir l'évolution de la famille des Orchidées. Pour l'expérimentateur, c'est chaque variation isolée qui doit être l'objet de recherches; on en trouve de progressives et de régressives et par suite les études se groupent sous deux titres, l'origine des caractères progressifs et la perte ultérieure de ces menus caractères. Les caractères progressifs sont particuliers aux espèces élémentaires, tandis que les variétés régressives se distinguent par la perte apparente des caractères. Les deux cas sont également intéressants et instructifs.

Je me propose, vous le savez, d'étudier d'abord les espèces élémentaires et ensuite les variétés régressives. Je vais, en premier lieu, essayer de vous les décrire telles qu'on les rencontre dans la nature et dans les cultures; je ferai plus tard l'étude expérimentale de leur origine.

La question de l'origine expérimentale d'espèces et de variétés nouvelles peut être posée à deux points de vue très différents. On peut s'en rendre compte d'après ce que nous savons déjà des deux théories opposées, dérivées et isolées dans la large conception de Darwin qui a servi de point de départ: ou bien les mutations sont l'origine des formes nouvelles, ou bien les fluctuations sont la source de toute l'évolution.

Mes expériences personnelles, je l'ai déjà dit, me conduisent à accepter la première théorie; j'ai donc à vous montrer que les mutations donnent naissance à des formes nouvelles et constantes et que les fluctuations ne peuvent le faire. Les mutations soudaines doivent produire à la fois des espèces élémentaires et des variétés régressives. En ce qui concerne

les variétés, on les a vues souvent apparaître subitement et d'une manière tout à fait inattendue, à la fois dans les plantes horticoles et agricoles; je consacrerai une conférence à l'examen de ces données historiques. Dans quelques cas, j'ai réussi à refaire ces observations dans mon jardin dans les conditions précises de l'expérimentation scientifique et j'ai pu alors constater la nature réelle du processus de la mutation, au moins dans tous ses caractères visibles. Les espèces élémentaires nouvelles sont beaucoup plus rares, mais j'ai découvert dans l'espèce d'*Enothère* à grandes fleurs, ou *Enothera Lamarckiana*, une lignée qui en produit chaque année aussi bien dans mon jardin qu'à l'état sauvage. Nous examinerons en détail, dans les conférences suivantes, les observations faites sur ces cultures pédigrées.

Après avoir donné la preuve de l'existence et de l'importance des mutations, il restera à chercher quelles sont les améliorations qui sont dues à la seule variation fluctuante. Comme son nom l'indique, ce mode de variabilité accentue ou diminue un caractère qui oscille autour d'un état moyen. La fluctuation ne manque jamais et jamais non plus, dans les conditions normales, elle ne s'écarte beaucoup de la moyenne fixée; mais on peut augmenter la déviation en faisant le choix des cas extrêmes. Les plantes qu'on en obtient par le semis des graines, ont un état moyen modifié et, en répétant l'expérience, le changement peut devenir considérable. On ne sait si, théoriquement, l'accumulation des déviations peut atteindre un degré qu'on ne pourrait obtenir en une fois par un seul semis suffisamment large. Il est très difficile de répondre à cette question par des expériences, car celles-ci exigeraient la possession d'une telle quantité de semences qu'on pourrait à peine les obtenir d'un ou de quelques porte-graines.

Toutes les propriétés des fluctuations sont en opposition avec les caractères d'espèce ou de variété et forment avec eux un contraste évident. On est conduit ainsi à admettre que les fluctuations sont incapables de produire un changement quelconque dans l'évolution, que ce soit dans le sens de la progression ou dans le sens de la régression.

Tout d'abord, les fluctuations sont linéaires; elles augmen-

tent ou diminuent des qualités existantes, mais en réalité sans en modifier la nature. On n'a point remarqué qu'elles produisent quelque chose de neuf, et l'évolution n'est évidemment pas limitée à l'augmentation de particularités déjà formées, mais dépend surtout de l'addition continue de nouveaux caractères à l'ensemble de ceux de la lignée. Les fluctuations oscillent toujours autour d'une moyenne et, si elles s'en écartent pour quelque temps, elles montrent une tendance à revenir à la position d'équilibre. Cette tendance, qu'on appelle régression, existe toujours et rattache la nouvelle lignée au type moyen ancestral par des intermédiaires, tandis que les espèces et les variétés nouvelles nous semblent tout à fait libres et indépendantes de la souche qui les a fournies.

Les dernières conférences, peu nombreuses, seront consacrées à l'étude du grand problème des analogies de la sélection naturelle et de la sélection artificielle. Darwin, nous l'avons vu, a fait de cette analogie le support de sa théorie de l'évolution et c'est précisément cette partie de son œuvre qui a été soumise aux objections et aux critiques les plus sévères. Mais j'espère montrer que Darwin avait raison et que les divergences dans les opinions tiennent seulement à notre connaissance très incomplète de ces deux processus. Si l'on fait une étude critique de la sélection naturelle et de la sélection artificielle, on met en évidence les mêmes facteurs; la discussion peut ensuite être limitée à l'appréciation du rôle que chacun d'eux a joué dans la nature et dans la culture.

La sélection naturelle comme la sélection artificielle se fait, d'une part, entre les espèces, et, d'autre part, dans l'espèce, entre les individus. Il est évident que la nature, comme l'homme intelligent, choisit d'abord la meilleure espèce élémentaire dans la multitude des formes. En culture, cette opération s'appelle la mise à l'épreuve des variétés; dans la nature, c'est la survivance de l'espèce la mieux adaptée ou, comme dit Morgan, la survivance de l'espèce dans la lutte pour la vie. Cette lutte ne modifie pas les espèces, elle en établit la comparaison et les plus faibles succombent.

Dans l'espèce élémentaire victorieuse, la même lutte se

poursuit. La variation fluctuante adapte certains individus aux circonstances, tandis que d'autres sont moins favorisés. Il en résulte un choix et c'est ce choix qui souvent porte seul le nom de sélection naturelle ou de sélection artificielle. En culture, il donne les races améliorées et locales ; dans la nature, on sait peu de choses sur cette amélioration, mais on rencontre très-souvent des formes à adaptations locales dues à de faibles changements du caractère moyen pour des stations isolées.

Tout récemment un américain, W. H. Hays, a fait usage d'une nouvelle méthode de sélection individuelle. Elle consiste à faire l'épreuve de la valeur héréditaire d'une plante par l'examen de l'état moyen de sa descendance et non de ses propres qualités visibles. Si la détermination de la puissance héréditaire, du « pourcentage héréditaire », comme Hays l'appelle, est le véritable principe de la sélection, l'analogie que l'on trouve entre la sélection naturelle et la sélection artificielle perdra beaucoup de sa valeur. Nous réservons cette question pour notre dernière conférence, car elle rentre plus dans le domaine de la science future que dans celui de la science acquise.

Nous passons maintenant à l'examen des hybrides et de l'hybridation. On a fait dans ces dernières années tant de recherches sur cette question qu'on ne peut la traiter convenablement dans une étude sommaire des phénomènes généraux de l'hérédité. Il faut l'examiner à part. Aussi je me limiterai au côté du problème dont la connaissance me paraît indispensable pour établir une distinction à la fois sûre et facile entre les espèces élémentaires et les variétés régressives. En adoptant la terminologie de Mac Farlane, on peut distinguer les croisements unisexuels et les croisements bisexuels. Les premiers sont unilatéraux, asymétriques, non équilibrés, selon l'expression adoptée par Davenport ; au caractère de l'un des parents, on ne peut opposer aucun caractère de l'autre. Les croisements bisexuels sont, par contre, équilibrés, puisque tous les caractères de l'un des parents se retrouvent dans l'autre, mais parfois dans un état différent. Ils peuvent être actifs chez la mère, inactifs chez le père et inversement ; mais on peut toujours en faire le

groupement par paires, alors que cela est impossible dans les croisements unisexuels. Cette distinction met en évidence la principale différence qui existe entre les espèces et les variétés et elle fournit une méthode expérimentale pour en faire la détermination dans les cas douteux ou difficiles à trancher.

Après l'exposé des lignes générales du sujet à traiter, il est bon d'examiner maintenant les méthodes de recherches.

Les recherches scientifiques diffèrent des cultures pédi-grées faites dans la pratique par deux points principaux, d'abord, par l'isolement des individus accompagné de l'étude de l'hérédité individuelle et non de moyennes, puis par le soin apporté dans la documentation. Tout individu doit avoir sa fiche; il faut en connaître les ancêtres avec le maximum possible de détails et noter toutes les relations de parenté de manière à posséder les documents les plus complets. Les mutations peuvent apparaître lorsqu'on s'y attend le moins, et, lorsqu'elles surgissent, il faut bien connaître les parents et les grands-parents. On doit posséder les rapports qui permettent de prendre la connaissance la plus complète des ascendants. C'est là une différence fondamentale, à peu près la seule, qui distingue l'observation expérimentale de l'observation accidentelle.

Les mutations apparaissent de temps à autre parmi les plantes sauvages et cultivées. On en donnera plus loin des exemples, choisis parmi les plus intéressants; mais, dans tous ces cas, on manque de preuves expérimentales. Les observations commencent, en général, lorsque la mutation est apparue. On a pu conserver un souvenir plus ou moins vague de la plante au stade antérieur et encore il fait souvent défaut. Mais on ne peut se contenter d'un simple souvenir en ce qui concerne des croisements ou des mélanges possibles avec des lignées différentes. Lors même que l'existence de la mutation est très probable, on n'en a pas la preuve absolue.

C'est le cas de l'origine par mutation du *Xanthium commune Wootoni* du Nouveau Mexique, de l'*Œnothera biennis cruciata* de la Hollande. On a les mêmes doutes sur la naissance du *Capsella Heegeri* de Solms-Laubach et sur la plus

ancienne mutation connue, celle du *Chelidonium laciniatum*, observée à Heidelberg, vers l'an 1600.

Il faut tout d'abord faire la critique du fait en lui-même. Le doute perd graduellement son importance au fur et à mesure de l'accumulation des preuves. En second lieu, vient la possibilité de faire une étude plus précise de la véritable nature du changement. Dans les recherches expérimentales, on ne peut se contenter d'une seule mutation; on doit l'étudier à plusieurs reprises et, pour cela, il faut bien qu'on puisse la produire plus ou moins à volonté, selon les cas. Il est donc bien évident qu'il ne suffit pas de posséder l'individu qui a subi la mutation, mais qu'il est indispensable d'avoir aussi les parents ou la lignée en mutation qui l'a fourni.

Toutes les conditions antérieures à la mutation sont de beaucoup plus importantes que celles qui la suivent. Or, les mutations sont soudaines et inattendues et, pour connaître les ascendants d'une mutation accidentelle, il est évidemment nécessaire de tenir un livre de culture de toutes les familles à l'épreuve. Il est clair que les données sur l'ascendance d'une mutation accidentelle doivent être recueillies pour toutes les plantes du champ d'essais.

Autant cette règle est simple en théorie, autant il est difficile de la mettre en pratique. Les notes prises sur le livre de culture sont les plus importantes. On doit y décrire individuellement les parents, les grands-parents et les ancêtres plus éloignés encore et cela à deux points de vue, d'une part en ce qui concerne les caractères individuels et les particularités de chacun et, d'autre part, en ce qui concerne leurs qualités héréditaires. Ces derniers documents résultent de la composition de la descendance; pour avoir des renseignements complets, il faut souvent suivre deux générations successives. Il faut examiner la condition moyenne de la progéniture et la présence d'individus aberrants; par suite, dans l'un et l'autre cas, il est nécessaire de faire des cultures sur une large échelle. En un mot, toute la lignée de l'individu en mutation, renfermant tous ses parents proches ou éloignés, doit être étudiée et enregistrée dans le livre de cultures; l'emploi d'un *stambook* est la

règle générale. Deux autres points, quoique moins importants, méritent aussi l'examen; ils concernent la nature pure ou hybride de la lignée initiale et, d'autre part, les conditions de vie et toutes les autres influences externes. L'analyse complète d'un exemple de mutation nécessite la réunion des documents complets sur ces questions.

Toutes les expériences doivent avoir un début. On peut partir d'un seul individu, ou d'un petit groupe de plantes, ou d'un lot de semences. Dans beaucoup de cas, on connaît mal les antécédents des plantes, parfois aussi on possède sur eux quelques documents historiques. Souvent, le matériel de départ appartient à une espèce pure; mais on ne peut dire si toutes les graines sont de la même espèce élémentaire. Il existe beaucoup d'hybrides et de races hybrides dont il est impossible de préciser l'origine. Souvent, on ne peut dire si l'on a affaire à un hybride ou à un type pur de tout croisement et alors il n'y a d'ordinaire qu'un moyen pour s'en assurer, c'est de déterminer les parents probables du croisement, s'il a existé, et de le répéter. C'est un point qu'il faut toujours examiner avec soin dans l'interprétation des cas anormaux.

Dans une étude sur l'hérédité, on peut rencontrer trois cas. Beaucoup de plantes peuvent être fécondées par leur propre pollen; il suffit alors d'empêcher la visite des insectes, en couvrant les plantes de gaze ou de sacs de papier parcheminé. Tantôt l'autofécondation se fait naturellement, comme c'est le cas pour l'Enothère commune; tantôt il faut déposer le pollen sur le stigmate comme pour l'Enothère de Lamarck et ses dérivées. Enfin, il est des plantes où la fécondation croisée seule produit des graines; il faut alors toujours combiner deux individus et l'étude de la généalogie se complique. Ainsi la Linaire est presque stérile avec son propre pollen; mais, même ici, il faut exclure avec soin les visites des insectes qui transportent du pollen des autres plantes. On consacrerà une conférence à l'examen de cette source d'impuretés qui donne une grande incertitude aux résultats des cultures faites sans précautions spéciales. En troisième lieu, on peut se proposer de faire des croisements, On doit prendre le même soin dans l'isolement et la protec-

tion contre les insectes et les autres modes de fécondation. Il faut éliminer tous les mélanges possibles non seulement en ce qui concerne la plante mère, mais aussi la récolte du pollen.

Ainsi, il faut regarder la possession d'une ascendance pure et exactement notée comme la condition la plus importante de succès dans les études expérimentales sur l'hérédité. Ensuite, il faut faire la récolte des semences de chaque individu isolé. Il n'est pas extraordinaire de récolter cinquante ou soixante paquets de semences pour une seule expérience et je conserve, dans une année courante, plus d'un millier de lots distincts de graines recueillies dans mon jardin.

En suivant ces règles, l'étude de l'origine des espèces n'est pas plus difficile que celle de tout autre phénomène. Il faut seulement avoir une plante en état de mutation; à l'heure actuelle, toutes ne le sont pas. C'est pourquoi j'ai commencé par me rendre compte de celles qui sont stables et de celles qui ne le sont pas. Il a été nécessaire de faire cette épreuve dans le jardin expérimental, de se procurer et de semer une grande quantité de semences. On a peu de chances de trouver de nouvelles qualités dans les plantes cultivées, puisqu'elles sont rigoureusement contrôlées depuis des années; d'ailleurs leur pureté d'origine est douteuse. Parmi les plantes sauvages, seules celles dont la culture est facile peuvent donner des résultats; c'est pourquoi je me suis limité à l'essai de plantes sauvages de la Hollande et j'ai eu la bonne fortune d'y découvrir au moins une espèce en état de mutation. Cette espèce n'est pas, à vrai dire, indigène, mais elle fut introduite d'Amérique et elle appartient à un genre américain. On la désigne sous le nom d'Enothère à grandes fleurs ou Enothère de Lamarck. Un lot de ces belles plantes croît dans un champ abandonné des environs d'Hilversum, à peu de distance d'Amsterdam. Elles se sont échappées d'un parc et multipliées dans le voisinage où elles ont produit et produisent encore de nouveaux types dont bon nombre peuvent être regardés comme des variétés régressives, mais d'autres sont évidemment des espèces élémentaires nouvelles dues à la variation progressive.

L'Enothère de Lamarck m'a fourni le moyen d'observer directement la naissance de nouvelles espèces et d'étudier les lois de ces variations. Mes recherches comprennent deux parties. D'abord, j'ai fait directement des observations sur le champ d'Hilversum et j'ai semé les graines récoltées sur les plantes sauvages dans leur station d'origine. Il est évident que la mutation est faite lorsque les graines sont mûres; la culture des jeunes plantes qui en dérivent n'a d'autre but que de fournir des renseignements sur ce qui s'est passé dans le champ. La culture dans le jardin permet seulement d'éviter les nombreuses chances de destruction qui menacent les plantules à l'état sauvage et de faire le contrôle des facteurs ambiants.

Ma seconde ligne de recherches fut la répétition expérimentale des phénomènes observés seulement en partie dans la station origine. Je n'avais pas l'intention de faire une analyse plus intime du processus de la variation, ni d'essayer de mettre en évidence de nouveaux caractères. Mon seul but était d'appliquer les principes de la méthode qu'on vient d'exposer en ce qui concerne la pureté, la récolte des semences sur chaque individu isolé, la suppression des croisements et l'enregistrement exact de tous les faits. Les cultures pédi-grées que j'ai faites me permettent donc d'établir maintenant les relations de parenté qui existent entre toutes les plantes introduites dans mon jardin et elles montrent immédiatement les lois suivies par les espèces en mutation. Le fait capital est que les espèces ne se transforment pas graduellement, mais restent inaltérées pendant toutes les générations successives. Subitement, elles produisent de nouvelles formes qui diffèrent nettement de leurs parents et qui, de suite, sont aussi parfaites, aussi constantes, aussi bien définies et aussi pures qu'on peut l'attendre d'une espèce quelconque.

Ces nouvelles espèces ne se produisent pas seulement une fois et ne renferment pas seulement quelques individus isolés; elles naissent chaque année et sont représentées par un grand nombre d'individus. Tout le phénomène donne l'idée d'un cycle fermé de mutations appartenant toutes à un seul état de mutabilité. Cet état a naturellement eu un début et il aura quelque jour une fin. On doit le regarder comme une

période dans la vie de l'espèce dont il n'est probablement qu'une faible partie.

Quoique je renvoie à une conférence ultérieure la description détaillée des expériences, je puis me permettre d'établir ici que la découverte de cette période de mutabilité a une importance théorique toute particulière. Une des plus graves objections à la théorie darwinienne de la descendance est la durée de temps nécessaire pour expliquer toute l'évolution par des variations lentes et presque invisibles. On peut tourner et éviter complètement cette difficulté en acceptant l'hypothèse de sauts périodiques, mais soudains et assez considérables pour être remarqués. Cette théorie n'a besoin que d'un nombre limité de périodes de mutation qui ont facilement pu se produire dans l'intervalle de temps qui nous sépare de l'époque déterminée par les naturalistes et les géologues pour l'apparition de la vie animale et végétale sur le globe.

En résumé, je me propose d'examiner en détail les points importants signalés dans cette introduction et de consacrer à chacun d'eux, s'il est possible, au moins une conférence. Dans chaque cas, j'exposerai les faits concluants et les discussions qui ont conduit à ces conclusions. De même, j'espère pouvoir montrer les points faibles et les lacunes de nos connaissances actuelles et indiquer comment chacun de vous peut essayer de contribuer pour sa part au progrès de la science sur ce sujet. Enfin j'essaierai de prouver que la mutation soudaine est le moyen par lequel la nature produit des espèces et des variétés nouvelles. Les mutations sont plus accessibles à l'observation et à l'expérimentation que les changements lents et graduels admis par Wallace et ses partisans, car ces changements restent complètement en dehors des moyens d'expérimentation actuels et futurs. La théorie de la mutation conduit à entreprendre des recherches directes que la croyance générale à des changements lents a écartées de la science pendant un demi-siècle.

Le programme des leçons que je me propose de vous exposer est le suivant. Tout d'abord vient la description de la nature réelle des espèces élémentaires ~~des~~ et variétés régressives, à la fois dans leur état normal et dans les hybrida-

tions. La discussion de quelques autres types de variétés renfermant les monstruosités complétera la première partie. La seconde subdivision est relative au rôle de l'expérimentation et de l'observation dans l'étude de l'origine des espèces et des variétés. On examinera séparément les variations brusques qui produisent, à mon avis, les formes nouvelles, et ensuite les fluctuations que je crois incapables de créer des types nouveaux.

---

## II

# ESPÈCES ÉLÉMENTAIRES

---

## DEUXIÈME CONFÉRENCE

### LES ESPÈCES ÉLÉMENTAIRES DANS LA NATURE

Qu'est-ce que l'espèce? La grande majorité des biologistes la regardent comme la véritable unité dans la nature. C'est surtout sous l'influence de Linné que l'espèce a pris cette place prépondérante dans nos conceptions. Elle a remplacé le genre qui était l'unité adoptée avant Linné. Les espèces linnéennes doivent être aujourd'hui remplacées à leur tour par des groupes plus étroits pour des raisons qui ne sont pas du domaine des études de comparaison mais bien fondées sur l'expérience directe.

Les études biologiques, et l'intérêt pratique aussi, exigent l'acquisition de documents nouveaux sur la classification des végétaux. Les espèces ne constituent pas seulement un matériel d'herbier et de collection, ce sont des entités vivantes; l'histoire de leur vie et de leurs conditions de vie présente un intérêt croissant. Par exemple, on peut chercher les moyens les plus commodes d'étudier l'ensemble des formes d'une région; on peut aussi se demander quels sont les groupes qui doivent être regardés comme les unités vraies, celles qui resteront constantes et stables pendant toutes les années de nos observations.

Avant Linné, les genres étaient les réelles unités du système. De Candolle montra que les vieux noms vulgaires de plantes, les Rosiers et le Trèfle, les Peupliers et les Chênes se rapportaient presque tous à des genres. Le type du Trèfle

est riche en couleurs et la forme des capitules, de même que les fleurs isolées n'attirent pas l'attention de tous; malgré cela, on peut facilement reconnaître le Trèfle, même si l'on a affaire à des types nouveaux. Les Trèfles blancs, rouges, et beaucoup d'autres espèces ne sont désignés que par des adjectifs; le nom générique reste le même pour tous.

Tournefort, qui vivait dans la seconde moitié du xvii<sup>e</sup> siècle (1656-1708), est généralement regardé comme l'auteur des genres dans la botanique systématique. Il adopta ce qui, à cette époque, était l'opinion courante et l'appliqua à tout le règne végétal. Il groupa les formes nouvelles et rares, ainsi que les formes antérieurement négligées, d'après la méthode employée, avec le consentement universel, pour les plantes mieux connues. Les espèces étaient distinguées par des caractères moins saillants; elles étaient souvent l'objet de courtes descriptions, mais on ne leur attribuait qu'une importance secondaire.

Dans la croyance à une création directe des êtres vivants, on regardait les genres comme les formes créées. Ils correspondaient donc à des types ayant une existence réelle et on supposait généralement que les espèces et les variétés tiraient leur origine de changements ultérieurs, sous l'influence de conditions externes. C'est l'opinion que Linné adoptait lui-même dans ses premiers ouvrages et il adhérerait encore dans sa *Philosophie botanique* à cette idée que tous les genres ont été créés en une fois, au commencement de la vie.

Plus tard, Linné changea d'avis sur ce point important et adopta l'espèce comme unité du système. Il déclara que l'espèce était la forme créée et, par suite, il ramena les genres au rang de groupes artificiels. Linné savait bien que cette conception était complètement arbitraire et que les espèces elles-mêmes ne sont pas de véritables unités indivisibles, mais il a simplement interdit l'étude des divisions moins importantes. L'époque justifiait complètement cette manière d'agir parce que la première tâche des botanistes classificateurs devait être de mettre de la clarté dans le chaos des formes et de montrer les affinités réelles qui les unissent.

Linné lui-même désignait les subdivisions de l'espèce sous le nom de variétés ; mais en agissant ainsi, il suivait deux règles nettement distinctes. Dans quelques cas, ces espèces étaient des plantes réelles et les variétés semblaient en être dérivées par quelque changement simple ; elles étaient subordonnées à l'espèce parente. Dans d'autres cas, ses espèces étaient des groupes de formes plus petites, de même valeur et parmi lesquelles on ne pouvait distinguer ce qui était le type initial et ce qui en était dérivé.

Ces deux modes de subdivisions paraissent, malgré leur application relativement imparfaite dans maints exemples particuliers, correspondre en général à deux cas réellement distincts. Les variétés dérivées se distinguent des espèces parentes par quelques caractères spéciaux, mais frappants, et souvent la différence se manifeste par la perte de certaines qualités apparentes. L'absence d'épines ou de poils, la perte de la couleur bleue et rouge des fleurs, en sont les cas les plus remarquables, mais il arrive aussi, plus rarement, que beaucoup de particularités disparaissent, ce qui fournit alors une variété. Cette relation des variétés à l'espèce parente prend une importance sans cesse croissante dans l'esprit des botanistes et forme un vif contraste avec les cas où une semblable dépendance n'existe pas.

Si cependant, parmi les divisions d'une espèce, aucune ne peut être regardée comme jouant un rôle important et si les autres ne peuvent lui être rattachées, les relations qui unissent ces unités secondaires présentent naturellement un tout autre caractère ; ces divisions doivent être considérées comme d'importance égale. Elles se distinguent les unes des autres par plus d'un caractère, souvent par de faibles différences dans presque tous leurs organes et leurs qualités. On les désigne sous le nom d'« espèces élémentaires ». Ce ne sont des variétés que dans le sens systématique, large et vague du mot, mais non dans le sens accordé à ce mot en horticulture, pas plus que dans la conception plus rigoureuse des hommes de science. A l'époque actuelle, les genres et les espèces sont en grande partie artificiels, ou plus correctement, ce sont des groupes conventionnels. Tout classificateur est libre de les

délimiter, de les élargir ou de les rétrécir selon son jugement. Les grandes autorités ont préféré, en règle générale, des genres larges, mais tout récemment d'autres auteurs ont élevé un nombre considérable de sous-genres au rang de genres. Il n'y aurait pas de réel inconvénient à agir de cette façon, si, par malheur, les noms n'avaient pas dû être changés chaque fois pour s'adapter aux idées courantes sur la notion de genre. On constate exactement la même inconstance que pour la délimitation de l'espèce. Dans la flore de poche anglaise de Bentham et Hooker, les formes de Roncees sont groupées dans 5 espèces, tandis que Babington dans son *Manual of British Botany* fait 45 espèces du même matériel. Il en est de même dans d'autres cas; par exemple, le Saule a 13 espèces dans l'un et 31 dans l'autre de ces manuels et les Epervières en possèdent respectivement 7 et 82. D'autres auteurs ont même augmenté ce nombre d'espèces pour les mêmes groupes.

Il est très difficile d'évaluer les différences systématiques en ne s'appuyant que sur des études comparées. On rencontre des variations de toutes sortes et on peut difficilement considérer un seul individu, ou un groupe restreint d'exemplaires, comme le représentant convenable du type supposé. Beaucoup de diagnoses de nouvelles espèces ont été faites au début sur des échantillons aberrants et plus tard on n'a pas pu considérer le type comme dérivé de ces individus, ni lui donner la même diagnose.

Cet état chaotique des faits a donné à certains botanistes la conviction que, même en systématique, on ne peut s'appuyer que sur des preuves expérimentales directes. Ils ont été ainsi conduits à faire la preuve de la constance des espèces et des variétés et à n'admettre comme de réelles unités que les groupes d'individus qui montrent l'uniformité et la constance pendant des séries de générations successives. En France, Alexis Jordan de Lyon fit des cultures étendues à ce sujet. Il découvrit que les espèces systématiques, en général, comprennent des formes de moindre grandeur qui souvent ne peuvent être aisément distinguées, lorsqu'elles croissent dans des localités différentes, ou lorsqu'on compare les plantes sèches des herbiers. Cette découverte fut

naturellement très désagréable aux botanistes descripteurs de son époque et même, pendant longtemps, ils ont essayé de la discréditer. Milde et bien d'autres se sont opposés à ces nouvelles idées avec quelques succès temporaires. Mais plus tard l'École de Jordan a conquis l'estime qu'on lui devait, après que Thuret, de Bary, Rosen et d'autres eurent contrôlé ses expériences et les eurent déclarées exactes. Récemment, Wittrock, en Suède, s'est joint à eux en faisant des expériences étendues concernant les véritables unités de quelques-unes des plus larges espèces de sa région.

Les preuves établies par ces autorités éminentes nous permettent de conclure que les espèces systématiques telles qu'on les conçoit actuellement sont, en général, des groupes composés. Parfois elles consistent en deux ou trois ou un petit nombre d'espèces élémentaires; mais, dans d'autres cas, elles renferment vingt, cinquante, ou même plusieurs centaines de formes constantes et bien différenciées. La constitution intime de ces groupes n'est pas toujours la même dans tous les cas; on le verra par la description de quelques-unes des espèces les plus intéressantes.

La Pensée d'Europe, d'où dérivent sans doute les Pensées de nos jardins, nous servira d'exemple. Les Pensées des jardins sont des races hybrides provenant du croisement du *Viola tricolor* avec le *V. lutea*, forme à grandes fleurs d'un jaune brillant. Elles combinent, comme chacun sait, dans leur grand nombre de variétés, les attributs de la dernière espèce avec les particularités de la première.

En plus du *lutea*, il existe quelques autres espèces proches alliées du *tricolor*, par exemple, *V. cornuta*, *calcarata* et *altaïca*, qui sont groupées dans le sous-genre *Melanium* et qui constituent ensemble une unité systématique d'une valeur bien définie, intermédiaire entre le genre et l'espèce, tels qu'on les conçoit d'ordinaire. Ces formes sont si proches alliées des Pensées qu'elles ont pu être employées dernièrement dans les croisements et qu'elles permettent d'augmenter le degré de variabilité des Pensées cultivées.

Le *V. tricolor* est une mauvaise herbe européenne; elle est très répandue, très abondante, et croît en grande quan-

tité dans beaucoup de stations. Elle est annuelle et mûrit bien ses semences, qui, dans des circonstances convenables, la multiplient rapidement.

Elle a trois sous-espèces, qui sont élevées au rang d'espèce par quelques auteurs et auxquelles on peut donner ici pour plus de brièveté des noms selon la nomenclature binaire. L'une d'elles est le *V. tricolor* type, avec de larges fleurs, de coloration variée et veinées de jaune, de pourpre et de blanc; elle couvre de grandes surfaces dans les terrains sablonneux. La seconde, désignée sous le nom de *V. arvensis* ou Pensée des champs, a des fleurs petites, peu visibles, avec des pétales jaune pâle qui sont plus courts que les sépales. Elle se pollinise sans l'aide d'insectes et elle est très répandue dans les champs cultivés. La troisième forme, *V. alpestris*, croît dans les Alpes, mais elle a une moindre importance pour notre discussion actuelle.

On peut rencontrer partout, dans l'Europe centrale, *V. tricolor* et *V. arvensis* dans leurs stations propres. On doit les compter parmi les plantes indigènes les plus communes des régions particulières qu'elles habitent.

La couleur des fleurs, la ramification de la tige, les feuilles varient ainsi que d'autres parties encore, mais ces dernières variations ne sont pas telles qu'elles soient les attributs de lignées distinctes. Elles ont été cultivées par Jordan, Wittrock et d'autres, et, en Europe, chacune d'elles constitue un type particulier.

Les types doivent être très anciens et très stables; ils fluctuent toujours dans les mêmes limites distinctes et étroites; ils ne montrent pas de changements lents et graduels. Les habitants particuliers de différentes contrées sont aussi vieux et plus vieux probablement de beaucoup de siècles que les témoignages historiques. Ils sont tout à fait indépendants les uns des autres, la distance étant souvent trop grande pour permettre l'échange du pollen ou des semences. Si les variations lentes et graduelles étaient la règle, le type ne conserverait pas son uniformité dans toutes les séries formées par ces deux espèces. Elles devraient nécessairement avoir donné par dissociation des milliers et des milliers de races secondaires que l'on pourrait recon-

naître à des caractères particuliers en faisant des cultures sur des plates-bandes rapprochées, ce qui n'est pas. En fait, les *V. tricolor* et *V. arvensis* sont très répandues, mais aussi très constantes.

À côté d'elles, on rencontre des types distincts en de nombreuses localités. Il en est qui ont évidemment eu une période et une occasion de dispersion plus ou moins grande et qui occupent maintenant de larges surfaces, même des contrées entières. D'autres sont étroitement limitées, restreintes à une station particulière. Wittrock a ramassé des graines ou des plantes du plus grand nombre possible de localités dans différentes parties de la Suède et des états voisins, et les a semées dans son jardin près de Stockholm. Il a récolté des semences de la première génération, puis en a tiré une seconde et, en beaucoup de cas, une troisième, pour évaluer le degré de la variabilité. En règle générale, les formes introduites dans son jardin furent constantes malgré les conditions nouvelles et anormales dans lesquelles elles ont été propagées.

Il faut avant tout mentionner trois formes vivaces appelées *V. tricolor ammotropha*, *V. tr. coniophila* et *V. stenochila*. Le *V. tricolor* type est annuel, il se sème spontanément en été et germe bientôt après. Les jeunes plantes prospèrent pendant toute la dernière partie de l'été et pendant l'automne; elles atteignent l'état avancé de la ramification des tiges avant l'hiver. Les fleurs commencent à s'ouvrir de bonne heure au printemps, mais après la maturation des semences, la plante entière meurt.

Les trois espèces vivaces mentionnées précédemment se développent de la même manière dans la première année. Toutefois, pendant la période de floraison et plus tard, elles produisent de nouvelles pousses à la base inférieure de la tige. Ces espèces préfèrent les sols secs et sablonneux; elles sont même souvent recouvertes par le sable que le vent dépose sur elles; elles sont adaptées à des conditions de vie contraires en apparence par l'accumulation de nourriture dans le pied des vieilles tiges et par la capacité qu'ont les nouvelles pousses de prospérer, grâce à cette nourriture, jusqu'à atteindre une longueur suffisante pour arriver à la

lumière. Le *V. tricolor ammotropha* fut trouvé près d'Istad, en Suède, et les deux autres formes, en Gothland. Ces trois espèces ont des habitats strictement limités.

Toutes les autres sous-espèces de Pensée tricolore typique sont annuelles. On peut y reconnaître tout d'abord deux types principaux : le *V. tricolor genuina* et le *V. tricolor versicolor*. Tous deux ont une large distribution et semblent être les prototypes d'où dérivent les formes plus rares. Parmi ces dernières, Wittrock décrit sept types locaux qui furent constants dans ses cultures pédigrées. Quelques-uns d'entre eux ont produit d'autres formes qui s'y rattachent comme des variétés. Elles ont toutes, approximativement, le même port général et ne présentent aucune différence marquée dans leur croissance, la structure et la ramification de leurs tiges, ni dans le caractère de leur feuillage. On ne trouve de caractères différentiels importants que dans les couleurs et les taches colorées des fleurs. Les veinules qui rayonnent à partir du centre de la corolle sont ramifiées sur quelques-unes et simples sur d'autres; dans une espèce élémentaire, elles font totalement défaut. La couleur violet foncé peut ne pas exister et les fleurs sont alors d'un jaune pâle ou foncé; le violet peut aussi être rougeâtre ou bleuâtre. Les cinq pétales ont parfois la même couleur violette à leur extrémité; ou bien cette teinte peut être limitée aux deux pétales supérieurs. Par contre, la stabilité de la tache jaune du centre est très grande; elle existe toujours et ne devient invisible que si les pétales entiers ont la même couleur.

On admet généralement que les couleurs et les taches colorées sont sujettes à une grande variabilité et ne constituent pas des caractères certains; mais les cultures de Wittrock ont prouvé le contraire, du moins dans le cas de la Violette. Aucun dessin, si curieux qu'il soit, ne paraît modifiable, si l'on étudie une espèce élémentaire unique. On peut obtenir des centaines de plantes provenant de semences de la même localité qui montrent exactement les mêmes taches. Le plus souvent, ces formes sont tout à fait locales. La plus belle de toutes, la forme *ornatissima*, se trouve seulement dans le Jemtland, la forme *aurobadia*, seulement

dans le Sodermanland, l'*anopetala*, dans d'autres localités de la même contrée, la *roseola*, près de Stockholm et la jaunâtre *lutescens*, dans le Finmarken.

Les recherches de Wittrock ne concernent qu'un petit nombre d'espèces élémentaires; mais quiconque a observé les Violettes de l'Europe centrale est convaincu qu'on peut facilement trouver et isoler un bon nombre de douzaines de formes constantes dans l'espèce typique *V. tricolor*.

Nous passons maintenant à la Pensée des champs (*V. arvensis*), une mauvaise herbe très commune des champs de blés de l'Europe centrale. J'ai déjà mentionné sa corolle étroite, dépassée par les lobes du calice et sa qualité de fécondation propre. Elle a encore d'autres caractères différentiels curieux; les grains de pollen qui sont carrés dans le *V. tricolor*, sont à cinq pans dans le *V. arvensis*. On peut observer des variations fluctuantes et transgressives dans les deux cas par suite du mélange des grains de pollen. On observe même parfois de rares grains de pollen à trois pans qui caractérisent l'autre groupe. La forme des anthères et de l'éperon fournissent d'autres caractères distinctifs.

Il paraît y avoir beaucoup de sous-espèces locales de la Pensée des champs. Jordan en a décrit quelques-unes récoltées dans les environs de Lyon; Wittrock et d'autres en ont signalé dans le nord de l'Europe. Elles diffèrent de leur prototype commun par presque tous leurs caractères, car les fleurs ne montrent pas, comme dans le *V. tricolor*, les caractères essentiels qui différencient les formes. Quelques-unes ont leurs tiges érigées, d'autres ont leurs fleurs placées presque à angle droit sur les tiges. *V. pallescens* est une espèce petite, toujours unicaule avec des fleurs étroites et pâles; *V. segetalis* est une espèce plus robuste avec deux taches d'un bleu sombre à la pointe des pétales supérieurs; *V. agrestis* est une forme étalée, ramifiée et poilue; *V. ne-mausensis* atteint seulement une taille de dix centimètres; elle a des feuilles arrondies et de longs pédoncules floraux. Les graines montrent même des caractères qui peuvent être utilisés pour la séparation des diverses espèces.

Les formes élémentaires mentionnées ci-dessus appartiennent à la flore de la France méridionale; Wittrock en a isolé

et cultivé un grand nombre d'autres qui vivent dans les champs de la Suède. Une espèce de Stockholm est appelée *V. patens*; *V. arvensis curtipetala* se trouve dans le Gothland et *V. arvensis striolata* est une forme distincte qui est apparue dans ses cultures, mais dont l'origine véritable est incertaine.

Les Violettes des Alpes correspondent à un type plus largement répandu avec quelques espèces élémentaires dérivées et locales, exactement analogues à celles de la Pensée tricolore des champs.

En résumant les résultats généraux de cette description, on voit que l'espèce linnéenne, *V. tricolor*, peut se dissocier en groupes plus ou moins larges de formes distinctes. Ces dernières sont constantes dans les cultures pédigrées et par suite doivent être considérées comme des unités réellement existantes. Elles sont très nombreuses; on en compte plusieurs douzaines dans chacune des deux grandes subdivisions de l'espèce.

Tous les groupements systématiques de ces formes et leurs combinaisons en sous-espèces et espèces reposent sur l'étude comparée de leurs caractères. Le résultat de cette étude doit nécessairement dépendre des principes qui lui servent de fondement. Suivant le choix de ces principes, on formera des groupes différents. Wittrock place au premier rang les caractères morphologiques et étudie les séries en passant des types les plus simples aux types les plus compliqués. D'autre part, la distribution géographique peut fournir des indications sur la direction de l'évolution, car les formes les plus étendues sont regardées comme les ancêtres communs des espèces locales de moindre valeur.

Toutefois, ces considérations n'ont qu'une importance secondaire. On doit se souvenir qu'une espèce ordinaire systématique peut renfermer plusieurs douzaines de formes qui restent constantes et stables dans les générations successives, même si on les cultive dans le même jardin et dans des conditions extérieures semblables.

Après les Pensées sauvages, on peut prendre l'Erophile printanière ou *Draba verna* comme second exemple démonstratif. Cette petite Crucifère annuelle est commune dans les

champs de beaucoup de régions des Etats-Unis, quoiqu'elle soit originaire d'Europe. Elle a de petites rosettes qui se développent en été et en hiver et forment de bonne heure, au printemps, de nombreuses tiges feuillées, puis fleuries. Elle est originaire de l'Europe centrale et de l'Asie occidentale; elle peut être regardée comme une des plantes les plus communes et se trouve partout en grande abondance sur les sols sablonneux. Jordan fut le premier qui montra son polymorphisme. Les différences ne se révèlent pas dans une étude rapide; elles se trahissent lorsqu'on les soumet à un examen plus serré. De Bary, Thuret, Rosen et beaucoup d'autres ont confirmé ces résultats et refait les cultures pédiées de Jordan. Chaque type est constant et reste stable dans les générations successives. Les anthères s'ouvrent dans les boutons floraux et pollinisent les stigmates avant l'ouverture des fleurs, ce qui assure l'autofécondation; de plus, les fleurs très peu visibles ne sont guère visitées par les insectes. On peut en cultiver de nombreuses espèces élémentaires dans le même jardin sans danger réel de croisement. Elles restent pures comme lorsque l'isolement est parfait.

Il est très intéressant d'observer l'aspect de ces types qui croissent l'un près de l'autre. Des centaines de rosettes montrent une seule forme, et sont, à n'en pas douter, identiques. Le groupe voisin se distingue à première vue par l'aspect, quoique les caractères différentiels soient souvent si ténus qu'ils ne peuvent être reconnus sans difficultés. On en trouve deux espèces élémentaires en Hollande, l'une avec des feuilles étroites, dans les provinces de l'Ouest, l'autre, avec des feuilles plus larges, dans les régions du Nord. Je les ai cultivées l'une à côté de l'autre; autant l'uniformité était frappante dans chaque groupe particulier, autant il y avait de contraste entre les deux groupes opposés.

Presque tous les organes montrent des différences. Les plus marquées sont celles des feuilles qui peuvent être étroites ou larges, linéaires ou elliptiques, oblongues ou lozangiques; elles sont plus ou moins poilues avec des poils simples ou étoilés; elles sont d'un vert pur ou d'une couleur glauque. Les pétales sont en général obcordés, mais ce type peut être combiné avec d'autres qui ont des lobes plus ou moins élargis

au sommet et présentent des différences dans la largeur allant du type presque linéaire à d'autres dont les bords se recouvrent. Les capsules sont courtes et larges, ou longues et étroites, ou varient de beaucoup d'autres façons. Toutes ces différences sont constantes, si bien qu'il est possible de distinguer et de décrire un grand nombre de types distincts.

On en a semé un bon nombre pour l'épreuve de leur stabilité. Jordan a fait de nombreuses cultures qui ont duré de dix à douze ans; Thuret a vérifié les affirmations de Jordan concernant leur constance par des cultures qui ont dépassé parfois sept années. Villars et de Bary ont fait de nombreux essais de plus courte durée. Tous les résultats concordent sur les points importants. Les races locales sont uniformes et restent fidèles par semis; la variabilité de l'espèce n'est pas fluctuante, mais polymorphe. Une espèce élémentaire donnée reste dans ses limites et ne peut en réalité les transgresser; mais le groupe tout entier donne l'impression de variabilité par ses nombreuses formes, distinctes quoique proches alliées.

La distribution géographique des espèces élémentaires de *Draba* est très différente de celle des Violettes. Ici les espèces prédominantes sont limitées à des localités restreintes. Le plus souvent elles occupent un ou plusieurs départements de France; en Hollande, il y en a deux qui sont dispersées sur plusieurs provinces. Bon nombre d'entre elles sont originaires du centre de l'Europe, et, dans le voisinage de Lyon, Jordan réussit à trouver environ cinquante espèces élémentaires qu'il a cultivées dans son jardin. Dans cette région, elles sont mélangées et il n'est pas rare d'en voir deux, ou même plusieurs tout à fait distinctes, croître côte à côte au même endroit. Loin de ce centre, elles sont plus largement dispersées et chaque forme a sa propre station. En tout, Jordan a distingué plus de deux cents espèces de *Draba verna* trouvées en Europe et en Asie occidentale. Les recherches ultérieures ont ajouté de temps en temps de nouveaux types.

La constance de ces espèces élémentaires est directement prouvée par les expériences citées plus haut et aussi par l'uniformité de chaque type dans son propre domaine. Chaque domaine est si vaste que la plupart des stations sont pour ainsi dire isolées l'une de l'autre et qu'il doit en être ainsi

depuis quelques siècles. Si les types se modifiaient lentement, ces localités montreraient souvent, mais naturellement pas toujours, de légères différences et on devrait trouver des formes intermédiaires sur les limites géographiques des espèces voisines. On n'en a cependant signalé aucune. Il faut donc regarder ces espèces élémentaires comme des types anciens et constants.

On peut se demander comment ces groupes de formes affines ont pu naître. Si l'on admet que toutes ont la même origine, les changements peuvent avoir été simultanés ou successifs. En raison de la distribution géographique, l'endroit de l'origine commune doit probablement se trouver dans le sud de l'Europe centrale, peut-être même dans le voisinage de Lyon. Ici nous pouvons affirmer que le vieux *Draba verna* a produit une multitude, ou mieux, un essaim de types nouveaux qui se sont sans doute dispersés ensuite en Europe. Mais nous ne savons pas si, dans cette dispersion, ils se sont maintenus constants, ou si quelques-uns ou beaucoup d'entre eux sont nés à la suite de mutations spécifiques nouvelles.

Le fait capital est qu'une petite espèce comme le *Draba verna* n'est pas constituée par un type uniforme; elle comprend plus de deux cents formes bien distinctes et constantes. Il faut avouer que les Violettes et les *Draba* sont des cas extrêmes de la variabilité systématique. On ne trouve passivement un aussi grand nombre d'espèces élémentaires dans une même espèce linnéenne. Mais les nombres n'ont qu'une importance secondaire et le fait que les espèces systématiques sont, en général, composées de plusieurs sous-espèces indépendantes et constantes est presque toujours vrai.

Dans certains cas, les espèces systématiques sont composées manifestement de groupes très différents les uns des autres. Dans d'autres cas, beaucoup d'auteurs ont jugé que les groupes d'espèces élémentaires reconnus par l'observation directe sont trop larges pour constituer une espèce. De là, les genres polymorphes, sur les subdivisions systématiques desquels on trouve à peine deux auteurs d'accord. Les Ronces et les Rosiers en sont des exemples bien connus, mais les Chênes, les Ormes, les Pommiers et les Poiriers, les

Menthes, les Pruniers, les Vignes, les Laitues, les Courges, les Concombres et bien d'autres sont dans les mêmes conditions.

Dans ces genres, l'existence d'espèces élémentaires est si évidente, qu'elles ont été décrites par les nomenclateurs comme des variétés systématiques ou même comme de bonnes espèces. La Primevère en fournit un exemple bien connu. Linné l'appelle *Primula veris* et reconnaît trois types dans cette espèce, mais Jacquin et d'autres ont élevé ces sous-espèces au rang d'espèces. Elles portent aujourd'hui les noms de *Primula elatior* dont les fleurs sont larges, *Primula officinalis* dont les fleurs sont petites et *Primula acaulis* dont le pédoncule commun des fleurs est absent, si bien que les fleurs de l'ombelle paraissent naître à l'aisselle des feuilles de la rosette.

Tout le monde reconnaît dans d'autres genres des espèces affines analogues : *Galium Mollugo* a été subdivisé en *G. elatum* avec des tiges longues et faibles et en *G. erectum* avec des tiges plus courtes et dressées ; *Cochlearia danica*, *anglica* et *officinalis* sont si proches parentes que l'on réussit avec peine à les distinguer ; *Sagina apetala* et *patula*, *Spergularia media* et *salina* et beaucoup d'autres couples d'espèces affines ont des caractères différentiels analogues à ceux des espèces élémentaires de *Draba verna*. Les genres *Filago*, *Plantago*, *Carex*, *Ficaria* et beaucoup d'autres fournissent des preuves de la même liaison étroite qui existe entre des groupes plus ou moins larges d'espèces. Les Hélianthèmes d'Europe renferment des espèces si intimement alliées que les descriptions botaniques courantes ne permettent pas de donner une idée de leurs traits différentiels. Il est presque impossible de les déterminer à l'aide des clefs analytiques usuelles ; elles doivent être cueillies dans leurs diverses stations particulières et cultivées côte à côte dans le jardin pour montrer leurs différences ; parmi les espèces françaises, d'après Jordan, l'*Helianthemum polifolium*, *H. apenninum*, *H. pilosum* et *H. pulverulentum* ont ce caractère.

Une espèce de Quintefeuille, *Potentilla tormentilla*, qui se distingue par ses fleurs à quatre pétales, présente en Hollande deux types différents qui sont restés constants dans mes cultures expérimentales ; l'une a des pétales larges qui

se touchent sur les bords et forment une sorte de coupe sans solution de continuité; l'autre a des pétales étroits, séparés les uns des autres d'une manière frappante, car ils laissent voir entre eux les sépales. De même, les Campanules varient dans la taille et la forme de la corolle qui peut être large ou étroite, en cloche ou en cône, avec les pointes arquées vers le bas, de côté ou en arrière.

En général, toutes les espèces élémentaires les plus frappantes ont été décrites dans les flores locales sous des noms spécifiques distincts, tandis qu'elles sont réunies dans l'espèce systématique plus large par d'autres auteurs qui étudient la distribution des plantes sur de vastes étendues. Tout dépend du point de vue où l'on se place. Les grandes flores demandent de grandes espèces; mais l'étude des flores locales donne les meilleurs résultats quand il faut distinguer et décrire aussi exactement que possible les nombreuses formes d'une région et le moyen le plus commode est de donner à chacune d'elles un nom d'espèce. On adopte cette méthode lorsque deux ou plusieurs espèces élémentaires sont réunies dans le même district; mais, si chaque région a son type propre appartenant à quelques espèces données, la partie est d'ordinaire prise pour le tout et les diverses formes sont décrites sous le même nom, sans autre distinction.

Toutes ces questions n'ont qu'un intérêt pratique et conventionnel, mais elles font connaître les diverses méthodes par lesquelles des auteurs différents ont étudié le même fait général, à savoir que les espèces systématiques sont des groupes composés exactement comme les genres et que leurs unités réelles ne peuvent être reconnues que par des expériences de comparaison.

Quoiqu'on puisse estimer que les preuves déjà données suffisent, je présenterai encore un petit nombre d'exemples; deux d'entre eux concernent des plantes américaines.

La plante à Ipéca, ou *Euphorbia Ipecacuanha*, se développe depuis le Connecticut jusqu'à la Floride, généralement près de la côte, de préférence dans les sols secs et sablonneux. On la trouve souvent sur le bord des routes. D'après la flore illustrée de Britton et Brown, elle est glabre ou pubescente, avec plusieurs ou de nombreuses tiges détombantes

ou presque érigées; elle a des feuilles vertes ou rouges, de contours très variables, allant de la forme linéaire à la forme arrondie, le plus souvent opposées; les feuilles supérieures sont parfois verticillées, les inférieures, souvent alternes; les glandes des involucre sont elliptiques ou oblongues et la forme même des graines varie.

Un tel degré de variation montre évidemment l'existence de quelques types secondaires. Le Dr John Harshberger a fait l'étude de ceux qui poussent dans le voisinage de Whitings, dans le New-Jersey; ils sont analogues à ceux que l'on vient de décrire. Il en a récolté d'autres à Brown's Mill dans des forêts de pins du New-Jersey où ils croissent dans le sable presque pur sous un soleil brûlant. Il a observé encore d'autres caractères différentiels. La quantité de semences produites et l'époque de la floraison varient beaucoup.

Le Dr Harshberger a eu la bonté de me montrer une station près de Philadelphie où beaucoup des plus intéressants de ces types croissent côte à côte. Leurs particularités sont individuelles et chaque échantillon possède des caractères propres. Il est très probable qu'une étude comparée et expérimentale prouverait l'existence d'un grand nombre d'espèces élémentaires différant par beaucoup de points; il est probable aussi qu'on trouverait des différences dans la quantité de substance chimique active. Les analyses signalées couramment donnent la proportion de 1%, mais on la trouverait indubitablement en quantité supérieure dans quelques formes et en quantité plus faible dans d'autres espèces élémentaires. A ce point de vue, la distinction nette et soignée des unités existant réellement pourrait peut-être avoir une importance pratique.

Macfarlane a étudié les Pruniers maritimes ou *Prunus maritima* qui abondent le long des côtes des Etats de l'Est, depuis la Virginie jusqu'au New-Brunswick, où ils couvrent souvent des étendues de deux à deux cents acres, parfois à l'exclusion des autres plantes. Ils sont très prolifiques sur le sable mobile du bord de la mer et le long du rivage où ils sont de temps en temps lavés par l'embrun de l'Océan. Les fruits, en général, viennent à maturité à la mi-août et montrent des variations très grandes de taille, de forme, de cou-

leur, de goût et de consistance; les périodes différentes de maturité indiquent l'existence de races séparées ou d'espèces élémentaires à qualités très diverses. Les variétés précoces commencent à mûrir entre le 10 et le 20 août et on peut faire une récolte continue jusqu'au 10 septembre, tandis qu'un petit nombre de bonnes variétés continue à mûrir ses fruits jusqu'au 20 septembre. Il en existe même quelques autres types dont les fruits ne sont à point qu'à la fin d'octobre.

On a fait des études précises sur la variation des fruits et des noyaux et décrit avec détails leurs caractères de couleur, de poids, de taille, de forme et de consistance. On sait aussi que des variations semblables ont été observées sur les Pruniers cultivés. Quelques arbustes ont de beaux fruits noir bleuâtre; d'autres, des fruits pourpres ou jaunes. Certains ont une texture ferme et d'autres, une chair plus aqueuse; les noyaux même montrent des différences qui indiquent des races distinctes.

Récemment, Mr. Luther Burbank, de Santa Rosa, en Californie, a utilisé le *Prunus maritima* pour obtenir de nouvelles variétés comestibles. Il a observé que cette forme est une espèce très vivace, qui ne manque jamais de produire, qui croît même dans les conditions les plus défavorables sur les sols secs et sablonneux, ou rocailleux, ou même argileux. Les fruits de l'arbuste sauvage sont dépourvus de toute valeur, sauf toutefois pour les conserves; mais, en le croisant avec d'autres espèces, en particulier avec le Prunier japonais, les qualités de vigueur du *Prunus maritima* ont été combinées à la taille, à la saveur et à d'autres bonnes qualités du fruit des Pruniers cultivés. On a obtenu ainsi un groupe de nouvelles Prunes à couleurs vives, de formes ovoïdes et rondes qui ne sont jamais aplaties et ne montrent point de suture. Les expériences n'étaient pas terminées lorsque j'ai visité Burbank; on attend, paraît-il, des améliorations plus frappantes encore.

Je puis peut-être me permettre de profiter de cette occasion pour montrer le côté pratique de l'étude des espèces élémentaires; il apparaît chaque fois que des plantes sauvages sont soumises à la culture, soit qu'on les multiplie

comme familles pures, soit qu'on les unisse par le croisement à d'autres espèces déjà cultivées. La dernière pratique est en général usitée chaque fois qu'une espèce sauvage se trouve en possession de quelques qualités que l'on désire fixer sur les formes cultivées. Dans le cas du *Prunus maritima*, c'est la vigueur de la plante sauvage et la grande abondance de ses fruits qu'il y a intérêt à combiner avec les qualités connues des Pruniers ordinaires. Or il est certain que, pour faire un croisement, il faut choisir des plantes distinctes individuellement et que la variabilité de l'espèce sauvage peut être d'une très grande importance. Ainsi la classification des espèces élémentaires doit être utilisée, non pas seulement lorsque les formes possèdent les avantages désirés au plus haut degré, mais parce qu'elle promet de meilleurs résultats à d'autres points de vue et qu'elle permet de les obtenir au plus vite. Plus notre connaissance des espèces élémentaires qui constituent les groupes systématiques sera grande, plus le choix du sélectionneur sera facile et certain. Beaucoup de fleurs sauvages de Californie à couleurs vives ont un grand nombre de formes élémentaires constantes, par exemple les Lys, les Godetias, les Escholstias et autres. Elles ont été introduites bien souvent dans la culture, mais la séparation la plus minutieuse de leurs formes élémentaires est nécessaire pour atteindre le plus grand succès.

En terminant, je vais examiner une difficulté très intéressante qui, dans certains cas, empêche de bien comprendre la valeur des espèces élémentaires. C'est la parthénogénèse qui apparaît dans des familles très différentes, mais qui a un intérêt spécial dans deux genres connus de tous comme des groupes très polymorphes. L'un d'eux comprend les Epervières ou *Hieracium* et l'autre les Pissenlits ou *Taraxacum officinale*. Les Epervières forment un genre où l'on sait que la délimitation des espèces est presque impossible. Des milliers de formes peuvent être cultivées côte à côte dans les jardins botaniques; elles y montrent des différences légères mais certaines, qui restent fidèles par semis. Les descriptions données autrefois étaient si délicates et si compliquées que les plus habiles auteurs qui ont étudié ce genre, Fries

et Naegeli, n'ont pu, dit-on, reconnaître les espèces aux diagnoses données par l'un ou par l'autre. Doit-on y voir seulement des différences individuelles ou des espèces élémentaires? La discussion dépendra naturellement de la conduite des cultures pédigrées. Des essais ont été faits par divers expérimentateurs. Dans le Pissenlit, les bractées de l'involucre fournissent le meilleur caractère; les bractées internes peuvent être linéaires ou linéaires-lancéolées, avec ou sans appendices à la pointe; les bractées externes peuvent être semblables ou simplement plus courtes ou remarquablement plus larges, dressées, étalées ou réfléchies; l'involucre est d'un vert pur glauque; les feuilles sont presque entières, ou sinueuses dentées, ou très profondément découpées, ou même divisées et pinnatifides; enfin, la plante entière peut être plus ou moins glabre.

Raunkier, qui a étudié expérimentalement une douzaine de types du Danemark, les trouva constantes, mais il observa que certaines d'entre elles n'ont pas de traces de pollen, tandis que d'autres ont du pollen mal formé, qui ne germe pas sur le stigmate, ne peut produire le tube ordinaire et par suite n'a pas de pouvoir fécondant. Or, les jeunes ovaires n'ont pas besoin d'être fécondés; ils se suffisent à eux-mêmes. On peut couper par exemple toutes les fleurs d'un capitule avant l'ouverture des anthères et laisser intacts les ovaires, le capitule mûrira ses semences tout aussi bien. Ici donc nous n'avons pas de fécondation et par suite il ne peut être question de l'augmentation de variabilité qui, en général, accompagne ce processus. Il n'y a qu'une variabilité partielle ou végétative; les œufs non fécondés, s'ils se développent en embryons, sont équivalents à des boutons séparés de la plante mère et plantés à part. Ils reproduisent à la fois les caractères individuels et les caractères spécifiques du parent. Dans le cas de l'Epervière et du Pissenlit, on n'a aucun moyen de distinguer le rôle de ces deux causes opposées de variabilité; comme pour les variétés horticoles qui sont toujours propagées par voie végétative, leur constance ou leur uniformité n'est qu'apparente et ne donne aucune indication réelle de leurs qualités héréditaires.

En dehors de ces cas exceptionnels, les cultures par semis peuvent être regardées comme les seuls moyens de reconnaître l'existence réelle d'unités systématiques dans la nature. Tous les autres modes de groupement, en y comprenant les espèces systématiques et les genres, sont également artificiels et conventionnels.

En d'autres termes, nous pouvons dire que « les erreurs courantes sur le haut degré de variation fluctuante de bon nombre d'espèces indigènes dérivent généralement de la méconnaissance de la nature composée des formes en question », comme l'a démontré Mac Dougal dans le cas de l'Enothère commune ou *Cenothera biennis*. » Il est évident que pour étudier la manière d'être des caractères des plantes, nous devons les chercher dans leurs plus simples combinaisons; pour découvrir l'origine et les oscillations des espèces, nous devons les traiter une à une en évitant les complications. »

---

## TROISIÈME CONFÉRENCE

### ESPÈCES ÉLÉMENTAIRES DE PLANTES CULTIVÉES

Les conclusions de la conférence précédente nous montrent que les espèces des classificateurs ne sont pas en réalité des unités, quoique, dans le cours ordinaire des études de botanique descriptive, elles peuvent souvent le paraître. Dans quelques cas, les représentants de la même espèce provenant de contrées ou localités différentes ne se ressemblent pas exactement; beaucoup d'espèces de Fougères en donnent des exemples; Lindley et d'autres grands classificateurs ont été souvent embarrassés par la diversité considérable des individus de la même et unique espèce. Dans d'autres cas, les formes distinctes croissent l'une près de l'autre, tantôt dans des provinces voisines, tantôt dans la même station; deux, trois types élémentaires et même davantage, croissent et fleurissent en mélange. Les espèces locales de Violettes doivent provenir de types anciens très répandus. Les ancêtres communs des *Drabaverna* ne peuvent sans doute pas être découverts parmi les formes existantes, mais de nombreux types sont accumulés côte à côte dans le sud de l'Europe centrale; ils sont plus dispersés ailleurs et on les trouve même dans l'Asie occidentale. On ne peut guère douter que leur origine commune ne se trouve au centre de leur aire d'extension géographique.

Souvent une même espèce systématique possède un nombre moins élevé d'espèces élémentaires; en fait, les espèces vraiment uniformes paraissent relativement rares, mais, lorsqu'on n'a qu'un petit nombre de formes, on ne peut espérer naturellement avoir d'indications sur leur origine commune ou sur le point de départ de leur distribution.

Il est évident que les expériences faites avec des plantes

sauvages trouvent leur parallèle dans les plantes cultivées. Les plantes cultivées, sauvages à l'origine, doivent avoir suivi la loi commune. Nous pouvons donc en conclure que, lorsqu'elles ont été observées pour la première fois et utilisées par l'homme, elles renfermaient déjà diverses sous-espèces élémentaires et nous pouvons affirmer que certaines espèces étaient riches, d'autres, pauvres en formes affines.

En admettant cet état de choses comme le seul probable, nous pouvons aisément en imaginer les conséquences. Si l'espèce sauvage n'a été introduite dans la culture qu'une seule fois, la forme cultivée ne doit renfermer qu'un seul type élémentaire; mais il est très peu probable que la culture d'un type unique se soit souvent présentée. La conception que différentes tribus, à des époques différentes et dans des régions diverses, ont utilisé les plantes sauvages de leur région, paraît bien plus naturelle que celle qui veut que toutes les plantes en culture soient dérivées de la même source ou de la même station. Ces vues théoriques étant admises, l'origine de beaucoup de plantes agricoles à grande extension doit être multiple et le nombre des espèces élémentaires des types cultivés doit avoir été d'autant plus considérable que les plantes considérées étaient plus largement dispersées; en outre, les types doivent avoir été d'autant plus variables que les plantes en question l'étaient avant la première période de leur culture.

Il paraît donc naturel d'expliquer la grande variabilité d'un nombre considérable de nos plantes agricoles et horticoles très répandues par le polymorphisme initial des espèces elles-mêmes. Par suite des rapports commerciaux, les divers types peuvent avoir été mélangés au point de rendre tout à fait impossible la désignation de la station d'origine de chacun d'eux.

On ne possède presque aucune preuve historique de ce fait. Les différences dont il s'agit ne pouvaient pas être remarquées à cette époque éloignée; elles n'intéressent d'ailleurs l'observateur ordinaire qu'à un faible degré, même aujourd'hui. L'histoire de la plupart de nos plantes cultivées est très obscure; les historiens, même les plus habiles, en

tamisant les preuves apportées par les vieux auteurs et celles qui résultent de la linguistique comparée, n'ont pu guère faire autre chose que de tracer les contours généraux de l'histoire de la culture des plantes les plus communes et les plus utilisées.

Certains auteurs prétendent que la culture même peut être la principale cause de la variabilité des formes; il n'est pourtant pas prouvé, ni même probable, que les plantes cultivées soient par elles-mêmes plus variables que leurs prototypes sauvages. Les apparences en cette matière sont fort trompeuses; naturellement les plantes les plus répandues sont, en général, plus riches en sous-espèces que les formes à aire d'extension limitée et les premières doivent avoir eu plus de chances d'entrer en culture que les dernières. Le plus souvent, pour les formes cultivées les plus récentes, on a de parti pris fait choix des formes variables à cause de leurs plus grandes promesses. Enfin une grande variabilité est un facteur favorable à l'acclimatation et, seules, les espèces à nombreuses formes élémentaires semblent offrir le matériel convenable pour l'introduction dans de nouvelles contrées.

Il paraît donc plus raisonnable d'admettre que la variabilité est une des causes de succès de la culture, et non d'affirmer que la culture est la cause de la variabilité en général. Cette hypothèse suffit également pour expliquer l'état actuel des plantes cultivées.

Naturellement je ne veux pas dire que les plantes cultivées sont moins variables que les plantes sauvages et que l'essaïm de leurs espèces élémentaires n'a pas été produit, pendant, tout aussi bien qu'avant, la culture. Toutefois les chances d'un semblable résultat, comme on peut le voir aisément, ne sont pas très grandes et nous devons nous contenter de quelques exemples dont la noix du Cocotier est un des principaux.

Sortons des généralités et considérons les modifications apportées à la Betterave à sucre, exemple choisi entre quantité d'autres. Quoique l'origine de toutes les formes particulières ne soit pas historiquement connue, la Betterave se trouve fréquemment à l'état sauvage, même à

l'époque actuelle, et les types indigènes peuvent être comparés avec leurs variétés cultivées correspondantes.

La culture de la Betterave à sucre ne remonte pas à une date très ancienne. Les Romains connaissaient les Betteraves et les utilisaient comme légumes, à la fois pour la racine et pour les feuilles. Ils distinguaient une variété à chair blanche et une variété à chair rouge qu'ils cultivaient dans leurs jardins.

La plante croît en abondance, même aujourd'hui, le long des rivages de l'Italie. Elle préfère le voisinage de la mer, comme beaucoup d'autres formes de la même famille, et n'est pas limitée à l'Italie; on la trouve ailleurs sur le littoral méditerranéen, dans les îles Canaries, en Perse et en Babylonie jusqu'à l'Inde; dans la plupart de ces stations indigènes, elle est très commune.

La couleur des feuilles et la taille des racines sont extrêmement variables; certaines formes ont des pétioles et des nervures rouges; d'autres ont des feuilles uniformément rouges ou vertes. Les racines sont rouges ou blanches, ou jaunes, ou montrent des anneaux alternes de rouge et de blanc sur les surfaces de section. Il paraît naturel de regarder les types blancs et rouges, même les panachés, comme des variétés distinctes qui, dans la nature, ne varient pas hors de leurs limites et ne passent pas de l'une à l'autre. Dans une conférence prochaine, je montrerai que c'est du moins la règle pour les variétés colorées appartenant à d'autres genres.

Le caractère de la chair ou pulpe de la racine est encore plus variable. Certaines racines sont grosses comme le bras et comestibles, d'autres, pas plus épaisses que le doigt, sont ligneuses et ont une structure très intéressante. La Betterave à sucre est formée, comme on le sait bien, de couches concentriques de tissus sucrés et de couches vasculaires; plus les premières sont larges, plus les secondes sont étroites et plus, en général, la quantité moyenne de sucre de la race est élevée. Rimpau, un sélectionneur allemand et renommé de variétés de Betteraves à sucre, a eu l'obligeance de m'envoyer autrefois des échantillons de semences d'une forme sauvage trouvée dans une localité voisine de Bukharest. Les

plantes produisirent des racines complètement ligneuses, ne montrant presque pas de tissus sucrés. Les couches ligneuses de fibres vasculaires, fortement développées, paraissaient n'être séparées les unes des autres que par de très minces couches de cellules parenchymateuses; le nombre des couches était variable; j'en ai compté cinq sur mes plantes; mais, dans les plus grosses racines, ce nombre peut être doublé et triplé.

Quelques auteurs ont distingué des types spécifiques parmi ces formes sauvages. Tandis que les Betteraves cultivées sont réunies sous le nom de *Beta vulgaris*, les divers types à racines plus ou moins ligneuse ont été décrits sous les noms de *Beta maritima* et *Beta patula*. Ces variétés montrent des différences dans le port de la tige et dans les feuilles. Certaines sont d'habitude annuelles, d'autres bisannuelles; les premières n'emmagasinent naturellement pas une grande quantité de réserves dans leurs racines qui restent minces, même à l'époque de la floraison; les plantes bisannuelles présentent des racines de toute grosseur. Les tiges des plantes annuelles varient depuis le port dressé jusqu'à l'étalement et le nom de *patula* indique des tiges très denses et ramifiées à la base avec des rameaux étalés partout. M. Em. von Proskowetz, de Kwassitz, en Autriche, a bien voulu m'envoyer des semences de cette *Beta patula* dont la variabilité était si grande dans mes cultures qu'on y trouvait des intermédiaires entre la Betterave à sucre presque typique et la forme à racine mince et ligneuse de Bukharest.

On regarde les feuilles larges ou étroites comme les caractères distinctifs de *Beta vulgaris* et de *Beta patula*, mais même ici on rencontre une grande série de formes.

Rimpau, Proskowetz, Schindler et d'autres ont fait des cultures de Betteraves provenant des stations sauvages pour découvrir un ancêtre hypothétique commun à tous les types cultivés à l'heure actuelle. Leurs recherches montrent que le *B. patula* est l'ancêtre probable, mais ils n'ont pas pu arriver à savoir si les divers types existant aujourd'hui sont nés sur place, ou pendant la culture. A un point de vue général, la variabilité des formes sauvages est parallèle à celle des formes cultivées et on peut supposer que les

premières ont une origine multiple. La solution précise de ce problème d'une très haute importance est encore à donner.

Les variétés de Betteraves cultivées sont généralement groupées en quatre sous-espèces dont deux moins importantes qui sont la Betterave à salade et la Betterave ornementale. La première est utilisée comme nourriture et on en cultive surtout la variété rouge. La seconde orne les parterres, pendant l'hiver, époque où elles remplissent les vides laissés par les fleurs d'été; elles ont un feuillage brillant, très riche en formes et en colorations. Les autres sous-espèces renferment les nombreux types cultivés comme plantes fourragères et les véritables Betteraves à sucre. Ces deux séries sont très variables quant à la forme et la taille de la racine, la qualité des tissus, les feuilles et d'autres caractères.

Certaines sont, sans aucun doute, apparues dans la culture. La plupart ont été obtenues par sélection, car aucune Betterave sauvage ne peut rivaliser avec les variétés cultivées. L'amélioration affecte surtout la taille, la quantité de sucre, de substances nutritives et certaines autres qualités qui se retrouvent dans la plupart des variétés. Quant aux caractères de variétés, ils se rapprochent plus ou moins des caractères d'espèce et n'ont aucune relation avec la réelle valeur industrielle de la race; les variétés à racines courtes et en forme de corne en donnent les meilleurs exemples.

L'idée que les diverses variétés de Betteraves fourragères ne résultent pas de la sélection artificielle repose, en grande partie, sur le fait historique que la plupart d'entr'elles sont, pour ainsi dire, plus anciennes que la méthode de sélection consciente des plantes due à Louis Vilmorin et qui date du milieu du siècle dernier. Au xv<sup>e</sup> siècle, la plupart de nos variétés de Betteraves étaient déjà en culture. Caspar Bauhin donne une liste des Betteraves de son époque; il n'est pas difficile de reconnaître parmi elles une longue série de sous-espèces et de variétés et même de formes spéciales qui sont encore cultivées de nos jours. Une liste plus complète a été publiée vers la fin du même

siècle par Olivier de Serres dans son ouvrage renommé, le *Théâtre d'Agriculture* (Paris, 1600).

Les Betteraves fourragères rouges qui sont cultivées aujourd'hui sur une si grande échelle n'ont été introduites d'Italie en France que depuis peu. Or, la période durant laquelle les Betteraves furent cultivées depuis l'époque romaine, et peut-être beaucoup plus tard, jusqu'à l'époque de Bauhin et de Serres, paraît trop courte pour la production, par la sélection inconsciente, de tous les types qui existent aujourd'hui. D'autre part, le parallélisme entre certaines formes sauvages et certaines variétés cultivées permet de penser que d'autres variétés ont été trouvées de la même façon, dans diverses contrées, et qu'elles ont été mises en culture séparément; toutes ont été ensuite améliorées dans le sens demandé par les besoins de l'homme.

On est conduit absolument à la même conclusion pour les Pommiers. Les faits offrent jusqu'à un certain point un autre caractère, et on peut démontrer, dans ce cas, par une voie plus directe, la règle de la dérivation des variétés cultivées actuellement, en partant des formes initiales sauvages. Il faut naturellement nous limiter aux variétés d'ancêtres purs et laisser de côté tous ceux qui ont une origine hybride certaine ou probable.

Avant de parler de l'état actuel des Pommiers cultivés, on doit dire quelques mots sur leur histoire et étudier le Pommier à l'état sauvage. Le Pommier est un arbuste commun dans les forêts de toutes les parties de l'Europe, l'extrême-Nord excepté. Sa distribution s'étend jusqu'à l'Anatolie, le Caucase et Ghilan en Perse. On le trouve dans presque toutes les forêts et souvent en un assez grand nombre d'individus. Il montre des caractères de variétés qui ont permis de distinguer plusieurs formes spontanées, notamment en France et en Allemagne. Les caractères invoqués concernent la forme et le duvet des feuilles. On ne sait rien, au point de vue botanique, sur les différences qui existent entre les fruits de ces variétés, mais, en fait, les pommes sauvages de différentes contrées ne sont nullement identiques.

Alphonse de Candolle, qui a fait une étude approfondie

de l'origine probable de la plupart de nos plantes cultivées, arrive à la conclusion que le Pommier a dû avoir une très large distribution dans les âges préhistoriques et que sa culture eut lieu partout dès les plus anciennes époques.

Cette conclusion, très importante de la part d'une si haute autorité, apporte une grande clarté sur les relations qui existent entre les variétés cultivées et les variétés sauvages. Si les faits historiques démontrent les origines multiples de la culture de quelques-unes des plus importantes parmi les plantes utiles, il devient évidemment des plus probables que différentes variétés, ou espèces élémentaires, ont été le point de départ des différentes séries de cultures. Malheureusement, les preuves historiques sont rares; les plus importantes concernent l'usage de pommes par les Romains et par leurs contemporains des habitations lacustres de la Suisse et de l'Europe centrale. Oswald Heer a recueilli un grand nombre de documents sur cette période préhistorique. On a trouvé des pommes, en grande quantité, généralement coupées en deux et portant des traces d'une dessiccation artificielle. Heer distingue deux variétés; l'une à fruits gros de 3 cm. de diamètre, l'autre à fruits de 1,5 à 2 cm. Ces fruits sont très petits, si on les compare à ceux de nos variétés communes actuelles, mais ils ont la même grosseur que celle des pommes sauvages trouvées de nos jours. Comme ces dernières, ils devaient avoir des tissus plus ligneux et moins charnus; ils nous paraissent à peine agréables au goût, mais autrefois on ne connaissait pas de variétés meilleures et la comparaison n'était pas possible.

Toutefois nous ignorons si, pendant la période mentionnée, les pommes étaient cultivées ou si on les cueillait seulement sur les arbres sauvages. Quelques auteurs ont conclu, à cause du grand nombre de fruits trouvés, que le Pommier était cultivé, mais il n'y a pas d'impossibilité à ce qu'une telle quantité ait été cueillie sur les arbustes sauvages. Le fait capital est que le Pommier n'était pas une espèce uniforme à l'époque préhistorique, mais qu'il montrait, même alors, au moins une certaine variabilité.

Actuellement, les Pommiers sauvages sont très riches en espèces élémentaires. Ceux de Versailles ne sont pas les

mêmes que ceux de la Belgique, ni que d'autres croissant en Angleterre et en Allemagne. Les différences botaniques concernant les fleurs et les feuilles sont légères, mais le goût, le volume et la forme des fruits diffèrent beaucoup. On a donné deux explications de ce haut degré de variabilité; aucune d'elles n'est concluante, car elles dérivent de vues différentes sur les causes de la variabilité et sur l'origine des espèces élémentaires en général.

De Candolle, Darwin et d'autres, prétendent que les variétés doivent leur origine à l'influence directe de la culture et que les formes correspondantes trouvées à l'état sauvage ne sont pas du tout initiales, mais proviennent d'arbres cultivés qui ont pris une apparence sauvage. Ce fait est possible, au moins dans quelques cas particuliers, mais cette affirmation paraît trop générale pour toute la série des formes observées.

L'autre théorie est celle du belge Van Mons, créateur de variétés commerciales de pommes, qui a publié ses expériences dans un grand ouvrage intitulé : *Arbres fruitiers ou Pomologie belge*. La plupart des pommes les plus remarquables de la première moitié du siècle dernier ont été produites par lui; cependant son grand mérite n'est pas la production directe d'un certain nombre de bonnes variétés, mais bien la découverte d'une méthode qui permet d'obtenir de nouvelles variétés et de les améliorer.

D'après Van Mons, la production d'une nouvelle variété comprend essentiellement deux parties. D'abord on découvre une sous-espèce avec des qualités nouvelles désirables; en second lieu, on transforme la pomme initiale petite et ligneuse en une variété grosse, pulpeuse et agréable. Les sous-espèces, ou ce que nous appelons aujourd'hui les espèces élémentaires, ne sont pas produites par l'homme; la nature seule, à son avis, crée les nouvelles formes. Van Mons a examiné avec grand soin les Pommiers sauvages de sa région et particulièrement ceux des Ardennes et a trouvé, parmi eux, plusieurs espèces de saveur différente; la saveur est un produit direct de la nature qu'on peut améliorer mais qu'on ne peut créer par la sélection artificielle. Les nombreuses différences de

goût sont tout à fait indépendantes de la culture ; on les trouve toutes à l'état sauvage, et la plupart même, dans une région limitée comme les Ardennes. Van Mons ne part, d'ailleurs, des types sauvages eux-mêmes que lorsqu'il n'existe rien d'analogue comme goût dans les variétés cultivées. Sa méthode générale est de rechercher une nouvelle saveur et d'essayer d'amener le fruit du sauvageon au degré désiré de taille et de comestibilité.

Cette dernière amélioration, quoiqu'elle fasse toujours l'impression d'un achèvement, n'est au fond que la dernière pierre qu'on peut ajouter à l'édification de la valeur commerciale de la variété. Sans elle, les pommes les plus savoureuses restent des pommes sauvages ; après elle, le gain est complet. La méthode de Van Mons donne des résultats définitifs en deux ou trois générations au plus et la vie d'un homme suffit pour produire beaucoup de nouveaux types des meilleures sortes, comme Van Mons lui-même l'a fait. L'achèvement de la variété est obtenu de la manière usuelle, c'est-à-dire en semant sur une grande échelle et en sélectionnant les meilleurs fruits qui sont à leur tour portés par la greffe à la maturation rapide ; on peut ainsi réduire à quelques années le passage de la semence à la semence.

La forme, le goût, la couleur, la saveur et d'autres caractères de valeur des nouvelles variétés sont produits par la nature, dit Van Mons ; il n'y a que la texture, la chair et la grosseur qui sont ajoutées par l'homme. Il en est ainsi dans toute nouvelle variété produite par la même méthode et selon les mêmes lois. La richesse actuelle en Pommiers cultivés existait déjà dans le grand nombre des espèces élémentaires sauvages initiales, quoiqu'on l'ait mal observé ; ces formes sauvages ne demandent qu'à être améliorées.

Les expériences de Mr. Peter M. Gideon, rapportées par Bailey, fournissent une preuve intéressante de ce principe. Gideon sema de grandes quantités de pépins de pommes et obtint de l'un d'eux la nouvelle variété excellente qu'il a appelée la pomme « Wealthy ». Il planta tout d'abord un boisseau de pépins, puis, chaque année pendant neuf ans, il replanta encore des graines qui produisirent un millier d'arbustes. A la fin de la dixième année toutes les plantes

avaient péri, sauf un jeune sauvageon vigoureux. Cette expérience fut faite au Minnesota et échoua complètement. Il acheta alors un petit lot de pépins provenant de Pommiers et de sauvages du Maine et c'est d'eux que vient la « Wealthy ». Il n'y avait qu'une cinquantaine de semences dans le lot du sauvageon qui produisit la « Wealthy », mais avant d'obtenir cette variété il avait semé plus d'un boisseau de pépins. Le hasard lui fournit une espèce d'un goût inconnu, alors que la culture d'un grand nombre de milliers de plantules de variétés connues n'avait pu lui donner rien de bien nouveau.

Les Poiriers sont plus difficiles à améliorer que les Pommiers. Ils demandent souvent six générations ou même davantage pour être amenés de l'état de fruit sauvage ligneux à l'état mangeable. Leurs variétés paraissent avoir une origine distincte, comme pour les Pommiers et il est probable qu'il existait à l'état sauvage, longtemps avant la culture, un grand nombre de formes de goûts différents.

L'amélioration des cerises, des prunes, des groseilles et des framboises n'a été faite avec succès que récemment, par M. Burbank, et jusqu'ici la différence entre les formes sauvages et cultivées n'a été que très faible. Tout nous montre l'existence, avant l'ère de la culture, d'un nombre plus ou moins considérable d'espèces élémentaires.

La même observation s'applique aux plantes fourragères de grande culture et aux autres plantes de grande valeur industrielle. Les Trèfles ont de nombreuses variétés qu'on cultive sans distinction et souvent en mélanges bigarrés. Les capitules floraux peuvent être rouges ou blancs, gros ou petits, cylindriques ou arrondis; les feuilles sont plus ou moins larges, avec ou sans taches blanches de formes curieuses; les plantes sont plus ou moins poilues, etc. Les semences même montrent des différences dans la taille, la couleur et la forme, et dernièrement Martinet a prouvé que, par le seul triage des graines portant les mêmes dessins, on obtient des lignées pures de Trèfles qui ont des valeurs culturales différentes.

On peut ainsi obtenir les meilleures sous-espèces ou variétés par leur culture séparée. On a même prouvé que les

taches blanches des folioles sont des caractères constants qui correspondent à des différences notables dans le rendement.

Le Lin en fournit un autre exemple. On le cultivait déjà ou du moins on l'utilisait à l'époque des habitations lacustres, mais à cette époque c'était le *Linum angustifolium* et non le *Linum usitatissimum*, c'est-à-dire notre Lin actuel. Il en existe aujourd'hui en culture de nombreuses sous-espèces, espèces élémentaires et variétés. Les plus anciennes sont connues sous le nom de Lin qui éclate, par opposition au Lin ordinaire à battre ; le premier a des capsules qui s'ouvrent spontanément pour répandre les graines, tandis que les fruits du Lin actuel restent clos jusqu'à ce que les semences aient été mises en liberté par le battage.

La première forme ou *Linum crepitans* peut probablement vivre à l'état sauvage aussi bien que tout autre plante, tandis que l'espèce commune, qui ne possède pas la propriété de répandre normalement ses semences, n'existe pas à l'état spontané. Les diverses variétés se distinguent par les fleurs blanches ou bleues, par les tiges hautes ou naines, plus ou moins ramifiées à la base, et par d'autres caractères tels que par les qualités spéciales industrielles des fibres. La durée de la vie même varie depuis les formes annuelles et bisannuelles jusqu'aux formes vivaces.

Il serait trop long d'examiner d'autres exemples. On sait que le Maïs, quoique regardé comme une seule espèce botanique, est représenté par différentes sous-espèces et variétés dans presque toutes les régions où il est cultivé ; son histoire est inconnue et il est impossible de dire si les formes géantes ou naines, les variétés à grains amylacés ou sucrés, pointus ou arrondis et des centaines d'autres sont plus anciennes que la culture et sont nées pendant les temps historiques, ou, comme quelques-uns l'affirment, sous l'action de l'homme. Mais le principal objet de cette conférence n'est pas de chercher l'origine des sortes, mais de prouver l'existence de formes hautement différenciées et constantes dans l'espèce botanique. Presque chaque plante cultivée fournit des exemples de cette diversité. Certaines ne renferment que peu de types, tandis que d'autres ont un grand nombre de formes plus ou moins distinctes.

Il est parfois évident que la variabilité du type est de date plus récente que la culture. Le cas le plus net est celui de la noix du Cocotier. Ce Palmier de valeur vit sur presque toutes les côtes des régions tropicales, en Amérique comme en Asie; mais on ne le rencontre ni en Afrique ni en Australie, sur des centaines de kilomètres de côtes. D'ailleurs son importance n'est pas la même partout. Il est indispensable à l'homme vivant sur les rivages et dans les îles de l'Océan Indien et de l'Archipel malais, mais en Amérique il n'a qu'une utilité secondaire.

A cause de son utilité, il abonde en sous-espèces et en variétés dans les régions de l'Océan Indien; alors qu'en Amérique, on a apporté moins d'attention à ses diverses qualités. La valeur de son fruit comme aliment et le délicieux breuvage qu'il donne sont bien connus. Son enveloppe fibreuse n'est pas moins utile; elle est employée dans la fabrication de cordages, de paillasons et de nattes; on retire une huile excellente de sa graine pressée. L'enveloppe résistante de la tige est débitée en tronçons et utilisée pour la construction des huttes; les parties inférieures du tronc sont assez dures pour prendre un beau poli, et ressemblent alors à l'agate; enfin ses bourgeons terminaux non ouverts constituent un mets délicat. On pourrait en citer bien d'autres usages, mais il suffit de montrer combien la vie des habitants des îles est intimement liée à la culture de ce Palmier et, par suite avec quelle netteté, ses qualités ont dû être jadis appréciées par l'homme. Toute divergence du type ordinaire a été notée; les individus de mauvaise qualité ont été rejetés, mais ceux qu'on a reconnus utiles une fois, furent sans doute propagés. En un mot, tout degré de variation spontanée a été remarqué, puis cultivé.

On a décrit plus de cinq sortes différentes de Cocotiers sur les côtes et les îles indiennes désignés par des noms locaux et botaniques distincts. Miquel, qui est l'un des meilleurs classificateurs des plantes tropicales du siècle dernier, en signale un grand nombre et d'autres après lui en ont ajouté. Presque toutes les qualités utiles sont plus ou moins accusées selon les différentes variétés. Les fibres de l'enveloppe de la noix sont, dans quelques formes, si

longues et si fortes qu'elles donnent le produit industriel connu sous le nom de Coir-fibre. Miquel en mentionne trois seulement qui possèdent cette qualité, les *Cocos nucifera rutila*, *cupuliformis* et *stupposa*. Parmi elles, le *rutila* donne les fibres les meilleures et les plus souples, tandis que celles du *stupposa* sont raides et presque inflexibles.

Les variétés de fruits diffèrent aussi beaucoup de taille, de couleur, de forme et de qualité. Les arbres ont de plus des caractères particuliers. Une variété a des feuilles presque entières dont les divisions ne sont qu'imparfaitement séparées, comme cela se voit souvent sur les toutes premières feuilles des plantules provenant d'autres variétés. Le goût de la chair, l'huile et le beurre présentent également de nombreux caractères stables.

Bref, le Cocotier suit la règle générale, à savoir que les espèces botaniques sont formées de nombreux types nettement différenciés dont la constance et l'indépendance relative sont prouvées par leur grande distribution dans la culture. Dans les ouvrages de systématique, toutes ces formes sont appelées variétés, mais une étude sérieuse de leur importance au point de vue de la classification n'a pas été encore faite.

Quelle est l'origine de ces variétés? Précisément, en ce qui concerne le Cocotier, cette question a attiré l'attention de nombreux botanistes parmi lesquels de Candolle, au milieu, et Cook, à la fin du siècle dernier.

Les deux problèmes de la valeur systématique et de la naissance des formes sont étroitement connexes. De Candolle attribue une origine asiatique à l'espèce entière, tandis que les études de Cook tendent à prouver que l'habitat indigène doit être cherché dans le nord de l'Amérique du Sud.

De nombreuses variétés croissent en Asie et n'ont pas encore été rencontrées en Amérique où la noix de coco n'a qu'une importance secondaire, car elle est une des nombreuses plantes utiles et non la seule capable de satisfaire aux besoins des indigènes. Par conséquent, si l'opinion de de Candolle est exacte, la question de savoir si les variétés sont plus anciennes ou plus récentes que les formes cultivées de l'espèce restera toujours obscure. Au contraire, si l'on prouvait que le

Cocotier est originaire d'Amérique, la possibilité et même la probabilité que les variétés sont de date plus récente que leur culture et sont nées dans cette condition en dériverait immédiatement. Le mode de dissémination de la noix de coco, de côte en côte, d'île en île, constitue un point important de cette discussion. De Candolle, Darwin et beaucoup d'auteurs européens, prétendent que la dispersion s'est faite par les agents naturels, tels que les courants marins. Ils montrent que l'écorce de l'enveloppe fibreuse peut maintenir les fruits à flot sans dommage pendant bien des jours et même des semaines, et que ce mode de transport d'une contrée à l'autre permet d'expliquer leur distribution géographique. Il est pourtant douteux que la noix soit jetée sur le sable et assez loin de la côte pour trouver des conditions convenables à la germination. Pour donner des plantules saines et vigoureuses, les noix doivent être tout à fait mûres; de plus, la plantation ne peut être retardée sans danger pendant plusieurs semaines; conservées dans un endroit trop humide, les noix pourrissent; séchées au soleil, sur la côte, elles s'échauffent trop et meurent; rejetées à l'ombre, sous d'autres arbustes et arbres, les plantules ne trouvent pas les conditions voulues pour une croissance vigoureuse.

Quelques auteurs ont pensé que l'écorce fibreuse était spécialement adaptée au transport par la mer; mais, s'il en était ainsi, l'eau serait le moyen normal ou au moins très fréquent de la dissémination, ce qui n'est pas. Nous pouvons prétendre avec tout autant de raison que l'enveloppe épaisse est nécessaire pour permettre au fruit de tomber par terre sans danger du haut des arbres élevés, et encore pour cela la protection est insuffisante, car les noix souffrent souvent, dans leur chute, à un degré qui nuit beaucoup à leurs qualités germinatives. Il est bien connu que les noix destinées à la reproduction ne doivent pas tomber, mais qu'il faut les récolter sur les arbres avec grand soin.

De ces arguments, Cook conclut que l'on a bien peu de preuves en faveur de la théorie poétique d'après laquelle le Cocotier laisserait tomber ses fruits dans la mer qui les transporterait vers les îles stériles et les préparerait ainsi à l'habitat humain. Des naufrages ont pu fournir des chances

favorables à la dissémination de noix de coco vivantes et ont parfois pu jouer un rôle dans leur distribution; mais cette interprétation fait intervenir l'homme, et si on admet qu'il en est ainsi, il est bien plus logique d'y voir une dissémination consciente et intelligente.

Le Cocotier est un arbre cultivé. On le rencontre dans des stations éloignées des habitations humaines, mais, dans tous les cas qui ont été soumis à un examen minutieux, il semble évident, ou tout au moins probable, que des huttes ont existé auparavant dans leur voisinage et qu'elles ont été détruites par quelque accident laissant indemne le Palmier. Il n'est pas du tout certain que l'Amérique du Sud, où on le trouve dans les forêts à une grande distance de la mer, soit sa véritable patrie, car il semble y avoir complètement perdu son état naturel. Admettons que le Cocotier ne se rencontre d'une manière importante que dans la culture et considérons l'impossibilité, ou tout au moins la grande improbabilité, de sa dissémination par des moyens naturels, la distribution par l'homme lui-même, selon ses besoins, prend le rang d'une hypothèse qui explique très bien l'histoire de la vie de l'arbre.

Nous allons maintenant étudier le point capital, à savoir si la noix de coco est originaire d'Amérique ou d'Asie. Nous laisserons de côté les preuves historiques, car il semble que rien n'est connu sur la période pendant laquelle il s'est disséminé d'un hémisphère à l'autre; nous examinerons seulement les preuves botaniques et géographiques présentées par Cook. Cet auteur établit que la famille tout entière des Cocotiers, comprenant environ 20 genres et 200 espèces, est complètement américaine, à l'exception du Palmier à huile africain, plutôt aberrant; on connaît d'ailleurs une forme américaine appartenant au même genre. Le Cocotier est le seul représentant de la famille en Asie et en Malaisie; mais il n'y a pas de raison certaine pour que d'autres membres du même groupe n'aient pu s'y établir et s'y maintenir dans des conditions qui ne leur sont nullement défavorables. La seule explication plausible consiste en l'hypothèse déjà faite; la distribution du Cocotier est due à l'homme, elle n'affecte que l'espèce choisie par lui pour la

culture. La conclusion évidente des arguments donnés paraît être que le Cocotier n'a pas pu être importé d'Asie en Amérique. On peut dire brièvement aussi qu'il était connu et largement répandu dans l'Amérique tropicale à l'époque de la découverte de ce continent par Colomb, selon les témoignages d'Oviedo et d'autres auteurs espagnols contemporains.

En résumé, nous pouvons établir, sur les preuves complètes fournies par de Candolle et surtout par Cook, que le Cocotier a une origine américaine et qu'il s'est disséminé comme arbre cultivé par l'homme dans tout son immense domaine. Cette dissémination s'est faite sans doute aux époques préhistoriques, ce qui donne le temps nécessaire pour le développement ultérieur de plus de cinquante variétés connues. Quant à la possibilité que quelques-unes d'entre elles au moins soient nées avant la culture et aient été choisies par l'homme pour la dispersion, elle reste naturellement incertaine.

Les Cocotiers ne sont pas très bien adaptés à la dispersion naturelle par voie de terre; nous sommes conduits à supposer que le groupe entier des formes est né dans la culture. Il y a ainsi un grand nombre de variétés cultivées d'espèces différentes qui, par certaines particularités, ne semblent pas adaptées à la vie sauvage. On les a souvent citées comme preuves de l'origine des variétés dans la culture. L'une des plus anciennes est la variété ou plutôt la sous-espèce de Pavot ou Œillette qui ne possède pas la propriété d'ouvrir ses capsules. Les graines qui sont dispersées par le vent sortent dans les formes ordinaires par les ouvertures qui se trouvent sous le stigmate; dans notre exemple, elles restent enfermées. Cette particularité est manifestement très utile pour la culture, car elle empêche la perte des graines; elle est un sérieux désavantage pour une espèce sauvage et c'est pourquoi l'on pense qu'elle fut acquise après les débuts de la culture du Pavot.

Les gros grains de Maïs et de Blé, de Haricot, de Pois et même de Lupin sont regardés par Darwin et d'autres naturalistes comme incapables de persister dans les conditions naturelles de la vie. Beaucoup de fruits précieux sont

tout à fait stériles ou produisent très peu de semences. C'est le cas en particulier de quelques-uns de nos meilleurs types de poires, de raisins, de grenades et aussi de quelques oranges. On ne connaît pas la cause immédiate de cette stérilité, mais il est bien évident que toutes les variétés stériles analogues doivent être apparues dans la culture. A l'état sauvage, elles ne se seraient pas maintenues.

Il n'est pas douteux que de nouvelles variétés apparaissent de temps à autre dans les plantes agricoles et horticoles; nous n'avons pas à nous en occuper aujourd'hui. Nous voulons seulement prouver, qu'en général, les espèces cultivées dérivent d'espèces sauvages qui obéissent aux lois établies dans la conférence précédente. Les unités botaniques sont des entités composées; elles renferment des espèces élémentaires en tout analogues à celles des espèces ordinaires sauvages. L'hypothèse qui consiste à admettre que l'origine des plantes cultivées est multiple, dans la plupart des cas, et que souvent, beaucoup de formes élémentaires distinctes de la même espèce ont été soumises à la culture, jette une grande lumière sur bien des points très importants de la production des plantes et de la sélection. La conférence suivante sera consacrée à l'examen de cette opinion.

---

## QUATRIÈME CONFÉRENCE

### SÉLECTION D'ESPÈCES ÉLÉMENTAIRES

L'amélioration des plantes cultivées doit évidemment commencer avec des formes déjà existantes. Cette règle s'applique aux anciennes sortes cultivées aussi bien qu'à celles d'introduction récente. Dans les deux cas, le point de départ est aussi important que l'amélioration, ou plutôt, le résultat dépend peut-être plus du choix convenable du matériel initial que du traitement méthodique et soigné des variétés choisies. Ce fait, toutefois, n'a pas toujours été apprécié comme il le mérite et son importance n'est pas, à l'heure actuelle, universellement reconnue.

La méthode de sélection des plantes pour l'amélioration de la race fut découverte par Louis Vilmorin, vers le milieu du siècle dernier. Avant lui, on ne pratiquait la sélection que sur les animaux domestiques; Vilmorin fut le premier à en appliquer le principe aux plantes. On sait qu'il utilisa cette méthode pour élever la quantité de sucre dans les Betteraves et aussi pour augmenter leur valeur comme plantes fourragères; il le fit avec tant de succès que ses plantes ont depuis été utilisées pour la production industrielle du sucre. On ne sait s'il fit un choix parmi les nombreuses sortes de Betteraves connues, ou si le hasard lui a mis en mains une des formes les plus convenables, car nous ne possédons pas de documents sur ce sujet.

Depuis le travail de Vilmorin, le principe de la sélection a pris une énorme importance, tant en pratique qu'en théorie. On l'applique aujourd'hui sur une grande échelle à presque toutes les plantes agricoles; c'est un des grands principes qui dominent la pratique universelle autant que les recherches scientifiques. Sans doute, les principaux arguments en

faveur de la théorie de l'évolution reposent sur des preuves morphologiques, systématiques, géographiques et paléontologiques; mais l'étude des rapports qui unissent les espèces actuelles à leurs ancêtres supposés ne peut être qu'expérimentale. Darwin ne put faire d'observations directes ni d'expériences; il fut contraint à faire usage de l'expérience des éleveurs. Il le fit sur une grande échelle et avec tant de succès que ce sont les arguments de cette nature qui ont le plus contribué à convaincre ses contemporains.

Avant Darwin, le travail des éleveurs n'était pas soumis à une critique approfondie. L'étude récente des preuves qu'ils ont fournies montre que d'ordinaire on réunissait sous le même titre de nombreux modes de variation. Dans quelle catégorie fallait-il placer, dans chaque cas particulier, le matériel dont l'éleveur faisait usage? On ne s'en est préoccupé que dans les quelques dernières dizaines d'années. Parmi ceux qui ont commencé ces études approfondies et scientifiques, il faut citer Rimpau, Von Rümker en Allemagne, et W. M. Hays, en Amérique.

Von Rümker doit être considéré comme le premier auteur qui établit une distinction précise entre deux phases de la sélection méthodique. L'une consiste en la production de nouvelles formes, l'autre en l'amélioration de la race. Il a étudié dans le détail les deux méthodes. Les nouvelles formes sont des variations spontanées rencontrées ou naissant sans l'aide de l'homme. Il suffit de les sélectionner et de les isoler; leur progéniture donne de suite une race constante et pure qui conserve ses caractères aussi longtemps qu'elle est protégée contre le mélange avec d'autres variétés secondaires, soit par le croisement, soit par l'apport accidentel des semences.

L'amélioration, d'autre part, est le travail de l'homme. Si la découverte de nouvelles variétés ne dépend que du hasard, leur amélioration en reste indépendante. L'amélioration ne peut créer, en réalité, rien de nouveau, mais seulement développer des caractères existant déjà; elle porte la race au-dessus de sa moyenne et doit la protéger constamment contre le retour à la moyenne qui se produit d'ordinaire.

Hays a insisté, à plusieurs reprises, sur ce principe que le

choix des variétés les plus favorables est la base de toutes les expériences d'amélioration de races. Il affirme que la moitié de la bataille est gagnée par le choix de la variété qui doit servir de point de départ, tandis que l'autre moitié dépend de la sélection des plantes mères dans la variété choisie. Ainsi, le choix de la variété est le premier principe à appliquer dans chaque cas particulier; la sélection dite artificielle est secondaire. Hays donne à toutes les unités de second ordre de l'espèce botanique, le nom général de variétés, sans faire de distinction entre les espèces élémentaires et les variétés régressives, et il désigne le principe sous le nom de « mise à l'épreuve des variétés ». Cette mise à l'épreuve des variétés est aujourd'hui reconnue de tous comme l'une des plus importantes lignes de travail des stations d'expérimentation agricole. Chaque état, chaque région, et même, dans certains cas, chaque ferme importante a besoin de variétés particulières de Maïs, de Froment ou d'autres récoltes. Il faut les trier parmi les centaines de formes en culture dans chaque espèce botanique particulière. Une fois trouvé, le type doit être amélioré selon les conditions locales et les besoins, et c'est en cela que consiste le perfectionnement.

Le fait que nos plantes cultivées sont communément des mélanges de sortes différentes n'a pas toujours été reconnu. Le premier qui l'a découvert est le professeur de botanique espagnol Mariano La Gasca, qui a publié, de 1810 à 1830, un certain nombre de mémoires espagnols, traitant de plantes utiles et de questions botaniques, dont un catalogue de plantes cultivées dans le Jardin botanique de Madrid. Un jour qu'il visitait le Colonel Le Couteur dans sa ferme de Jersey, une des îles normandes voisines des côtes de France, en discutant sur la valeur des champs de blé, il fit remarquer à son hôte que ces blés n'étaient pas en réalité purs et uniformes comme on le croyait à l'époque et suggéra l'idée que certaines des formes du mélange pourraient fournir une récolte plus abondante que d'autres. Dans un seul champ, il réussit à distinguer au moins 23 variétés croissant toutes l'une à côté de l'autre. Le Colonel Le Couteur profita de cette idée et sema à part les graines de chaque plante qu'on supposait être le représentant d'une variété. Il les cultiva et

les multiplia jusqu'à posséder des lots importants de chaque sorte afin d'en comparer la valeur. Il choisit parmi elles la variété produisant la farine la plus abondante, la plus fine, la plus blanche et la plus nutritive. Il la désigna éventuellement sur le marché sous le nom « Talavera de Bellevue ». C'est une variété haute, à paille blanche, avec des épis longs, minces et blancs, le plus souvent sans barbes, avec des grains fins, blancs et pointus; elle fut introduite dans le commerce vers 1830, et c'est encore un des blés les plus répandus en France. Il est très apprécié dans la belle collection de dessins et de descriptions de blés publiée par Vilmorin sous le titre *Les meilleurs blés*; il possède, dit-on, beaucoup de qualités importantes; il talle fort et produit en abondance un bon grain et une bonne paille. Il est toutefois assez sensible aux froids de l'hiver, ce qui en limite la distribution. Hallett, le célèbre producteur de blés anglais, s'efforça en vain d'améliorer les qualités particulières de l'excellente variété de Le Couteur.

Le Couteur travailla pendant longtemps dans cette voie, bien avant l'époque où Vilmorin conçut l'idée d'une amélioration par la sélection de la race; il n'utilisa que le principe simple de la distinction et de l'isolement des lots de ses différents champs. Plus tard, il publia ses résultats dans un ouvrage sur les *Variétés, particularités et classifications des Blés* (1843). Cet ouvrage, quoique aujourd'hui très rare, a été la base et l'origine du principe de l'épreuve des variétés.

La découverte de La Gasca et de Le Couteur, n'est pas seulement applicable au blé de Jersey. Les sortes de blés ou d'autres céréales communes en culture étaient des mélanges en ce temps aussi bien que de nos jours. Les variétés améliorées sont, ou tout au moins devraient être dans la majeure partie des cas, des sortes pures et uniformes; mais les formes ordinaires sont, en général, des mélanges. Le Blé, l'Orge, l'Avoine sont autofécondés et ne se mélangent pas sur le champ par fécondation croisée. Chaque individu se propage lui-même et son extension n'est limitée que par l'adaptation propre plus ou moins grande qu'il présente aux conditions données de vie. Rimpau a étudié en détail ce phénomène dans l'Allemagne du Nord et du Centre. Le Blé à

barbes « Rivett », qui fut introduit d'Angleterre comme une variété améliorée fine et qui s'est largement répandu dans de vastes régions de l'Allemagne, ne peut même se conserver pur. On le trouve mélangé presque partout avec les anciennes variétés locales qu'il devait supplanter. Nombre de lots de semences présentent de semblables impuretés, comme j'ai eu moi même l'occasion de l'observer par des semailles faites dans le jardin expérimental ; mais ce ne sont que des mélanges et les plantes de Blé à barbes « Rivett », qui naturellement forment la majorité, sont de sang pur. On peut le démontrer en récoltant et en semant séparément les grains dans des champs que l'on peut surveiller avec soin.

Pour mieux connaître les causes de cet état de mélange des races ordinaires, Rimpau fit quelques observations sur le Blé Rivett. Il trouva qu'il souffrait du froid de l'hiver plus que les variétés locales allemandes et que, pour des causes variées, des semences étrangères peuvent accidentellement et assez souvent se mélanger à lui. Les machines à battre ne sont pas toujours propres comme elles devraient l'être et peuvent être la cause d'un mélange. Le fumier vient des écuries où l'on jette ensemble la paille et les poussières de nombreuses variétés dont les grains en bon état peuvent se mélanger à la fumure. Tels grains égarés germeront plus facilement dans le champ où ils trouvent des conditions appropriées, que ceux de telle autre variété améliorée. Si l'hiver vient et tue une grande quantité de ces derniers, les races locales accidentelles auront un grand espace pour se développer. Dès lors, elles seront capables de se multiplier si rapidement qu'en une ou deux générations successives, elles arriveront à constituer une portion considérable de la récolte entière. Dans ces conditions, le Blé sans barbes allemand l'emporte souvent sur la variété anglaise introduite, à moins qu'on ne la conserve pure par une sélection continue.

En Suisse, le sélectionneur de blé, Risler, fit une expérience qui tend à confirmer l'explication donnée par Rimpau. Il observa dans sa ferme de Salèves, près du lac de Genève, qu'après un certain laps de temps le Blé « Galland » était détérioré et prenait, selon l'opinion générale établie, les

caractères des sortes locales. Pour déterminer la cause réelle de ce changement apparent, il sema un champ en rayons alternants de Blé Galland avec l'une des variétés locales. Le Galland est une race dont les caractères très visibles peuvent être aisément distingués à l'époque de la maturité des épis; barbus à la floraison, ils perdent leurs barbes ensuite. Les grains sont très gros et donnent une farine blanche extraordinairement bonne.

Pendant le premier été, tous les épis des sillons « Galland » avaient des barbes caduques; l'année suivante, on en vit seulement sur la moitié des plantes, les autres ayant des épis sans barbes; la troisième année, le Blé Galland avait presque disparu, supplanté par la race locale rivale. Ce rapide changement provenait de deux causes; d'abord, le Blé Galland, comme toute variété améliorée, souffre de l'hiver bien plus que la sorte originaire de Suisse; en second lieu, il mûrit ses graines une ou deux semaines plus tard. A l'époque de la récolte, il n'avait pu arriver à pleine maturité tandis que toutes les variétés auxquelles il était mélangé étaient mûres.

L'Avoine sauvage, *Avena fatua*, est très commune en Europe d'où elle a été introduite aux Etats-Unis. Dans les étés défavorables au développement des Avoines cultivées, on observe qu'elle se multiplie avec une rapidité presque incroyable. Elle ne contribue pas à la récolte, car elle est complètement inutilisable. Si l'on ne faisait pas la sélection ou si la sélection était discontinuée, elle supplanterait rapidement les variétés cultivées.

Ces observations et expériences montrent qu'il n'est pas très facile de conserver pures les variétés courantes de céréales et que même les meilleures sont sujettes à l'envahissement des impuretés. Il s'ensuit naturellement que les races de céréales, cultivées sans soins spéciaux, ou même sélectionnées sans une connaissance exacte de leurs caractères particuliers, sont toujours plus ou moins à l'état de mélange. Ici comme partout, avec les plantes cultivées et sauvages, l'espèce systématique renferme de nombreux types secondaires dont quelques-uns appartiennent à des contrées et à des climats divers, tandis que d'autres croissent côte à côte

sous le même climat et sous les mêmes conditions externes. Elles ne s'entre-croisent pas et, par suite, leurs caractères différentiels ne sont pas détruits. Chacune d'elles reste pure et peut être isolée chaque fois et partout où on désire le faire. La pureté des races est un état dû à l'action de l'homme; la nature lutte toujours contre cette amélioration arbitraire et unilatérale. Des différences multiples, bien que faibles, dans les caractères et de nombreuses influences externes favorisent les types inférieurs et leur permettent de lutter avec les meilleurs. Parfois ils tendent à supplanter complètement ces derniers, mais d'ordinaire il s'établit tôt ou tard un état d'équilibre dans lequel les différentes sortes peuvent désormais vivre ensemble. Certaines sont favorisées par les étés chauds, d'autres par les étés froids; les hivers rigoureux en détruisent alors que d'autres prospèrent et sont par suite relativement avantaquées. L'état de mélange est la règle, la pureté est l'exception.

Les différentes sortes de céréales ne sont pas toujours facilement distinguées par le profane; voilà pourquoi je veux attirer votre attention sur les plantes des prairies, parmi lesquelles on peut observer la même lutte d'une façon beaucoup plus simple.

Les prairies artificielles seules paraissent formées d'une seule espèce d'herbe ou de Trèfle. Les pâturages naturels sont caractérisés par la présence de touffes de Graminées et de quelques Trèfles mélangés à plus de vingt espèces appartenant à d'autres genres et à d'autres familles. Les proportions numériques des plantes qui les constituent ont un grand intérêt et ont été étudiées à Rothamstead en Angleterre et dans beaucoup d'autres fermes. Elles varient toujours; on ne trouve pas les mêmes proportions durant deux années successives. Tantôt une espèce domine, tantôt ce sont deux ou plusieurs autres espèces. Les conditions climatiques du printemps et de l'été en favorisent quelques-unes et nuisent à d'autres. L'hiver peut être trop froid pour certaines, mais inoffensif pour les autres; les pluies peuvent noyer en partie quelques espèces, alors que les autres restent indemnes. Des mauvaises herbes fleurissent à profusion en certaines années; dans d'autres, elles

sont à peu près introuvables dans la même prairie. La population tout entière est dans un état de fluctuation allant de la prospérité à la destruction des formes. C'est une réaction continue aux conditions très variables du temps. Il est rare qu'une espèce soit complètement annihilée quoiqu'elle puisse l'être, en apparence, pour quelques années; mais qu'elle vienne soit de graines, soit de pousses d'anciennes souches ou même des stations voisines, elle peut reprendre pied tôt ou tard dans la lutte générale pour la vie.

Ce phénomène est très curieux et très intéressant. On peut y voir l'action directe de la lutte pour la vie qui joue un rôle si considérable dans les théories modernes de l'évolution. Cette lutte n'altère pas les espèces elles-mêmes, comme on le supposait communément, mais elle modifie continuellement leurs proportions numériques. Tout changement durable dans les conditions externes doit déplacer la moyenne, et l'influence de ces altérations se manifeste, dans la plupart des cas, simplement par de nouvelles proportions numériques. Mais il n'y a que les extrêmes qui aient des effets extrêmes; les chances de destruction complète des sortes les plus faibles sont très restreintes.

Tous ceux qui ont l'occasion d'observer un champ vague durant plusieurs années successives doivent noter les proportions numériques de ses habitants. Il n'est pas du tout nécessaire d'avoir des chiffres exacts; des évaluations approchées suffisent généralement, à la condition que l'échelle d'évaluation reste la même pendant la durée des recherches.

L'ensemble des documents historiques tend à prouver que les mêmes conditions ont toujours existé depuis le début de la culture jusqu'à nos jours. La culture des céréales a commencé dans l'Asie centrale. Les recherches récentes de Solms-Laubach montrent que l'origine historique du blé cultivé en Chine est très probablement la même que celle du blé d'Égypte et d'Europe. On a trouvé des céréales dans les tombeaux des momies égyptiennes, dans les amoncellements de matières non utilisées des habitants lacustres de l'Europe centrale et on peut voir des dessins de céréales sur les monnaies des vieux Romains. A Abusir, dans la sépul-

ture du roi Ne-Woser-Re, de la cinquième dynastie d'Égypte, qui vivait vers l'an 2400 avant Jésus-Christ, deux tombeaux ont été récemment ouverts par les soins de la Société orientale allemande. On trouva, dans l'un, quantité de débris du *Triticum dicoccum*, une des formes les plus primitives de blé. Dans d'autres temples et d'autres pyramides, même sur les pierres des murs de Dashur et de El-Kab étudiés par Unger, on a reconnu différentes espèces et variétés de céréales identiques aux races prédominantes cultivées à l'heure actuelle en Égypte.

Les habitants des maisons lacustres de la Suisse possédaient quelques variétés de céréales qui ont disparu complètement. Elles furent distinguées par Unger sous des noms spéciaux; telles sont le Petit blé et la Petite orge des habitations lacustres. Au total, il y avait bien dix variétés distinctes de céréales parmi lesquelles le *Panicum* et le *Setaria* ou Millet. Les Avoines ne furent évidemment introduites que plus tard, dans la toute dernière période des habitations lacustres, et le Seigle ne fut connu dans l'Europe occidentale que beaucoup plus tard encore. L'examen des céréales représentées par les Romains de la même période donnent des résultats analogues.

Tous ces faits archéologiques ne fournissent que de faibles indications concernant les méthodes de culture et la condition réelle des races cultivées de cette époque. Virgile a donné quelques documents sur la nécessité de faire des cultures méthodiques de céréales. Dans ses *Géorgiques* (I, 197) on trouve les vers suivants :

Vidi lecta diu, et multo spectata labore  
 Degenerare tamen, ni vis humana quot annis  
 Maxima quæque manu legeret<sup>1</sup>.

D'autres passages de Virgile et aussi de Columelle et de Varron tendent à prouver que la sélection était appliquée aux céréales par les Romains, et qu'elle était absolument nécessaire pour l'obtention de races pures. Il n'est guère

<sup>1</sup> J'ai vu pourtant dégénérer les semences triées longtemps et améliorées par un travail assidu, si l'homme, chaque année, ne choisit pas, à la main, les plus gros épis.

douteux que le même principe n'ait conduit, après un grand nombre de siècles, à isoler complètement et à améliorer les meilleures races existant dans les mélanges. De plus, ces faits prouvent aussi que l'état de mélange des céréales était connu de l'homme à une époque où l'on ne possédait naturellement aucune idée précise sur les caractères et les différences spécifiques, et enfin, que les céréales cultivées depuis les temps les plus reculés devaient être composées de nombreuses formes élémentaires.

Il est très probable que, dans ce laps de siècles, bon nombre de ces types ont dû disparaître. De ceux-ci, il ne reste que l'Orge particulière et le Blé des habitations lacustres, dont les débris ont été accidentellement préservés, mais la plupart ont disparu sans laisser de traces.

Cette hypothèse est confirmée par les recherches de Solms-Laubach qui trouva en Abyssinie de nombreux types primitifs de céréales encore en culture. Ils ne peuvent lutter avec nos variétés actuelles et auraient sans doute disparu, s'ils n'avaient été préservés par un isolement tout à fait accidentel, et presque dès le début de la culture.

Nous terminons cette longue digression historique pour passer maintenant au résumé de notre discussion sur l'origine de la méthode de sélection de céréales par l'isolement et la culture pédigrée. Cette méthode fut appliquée par le célèbre sélectionneur Patrick Shirreff d'Haddington, en Ecosse, une vingtaine d'années avant Le Couteur. Shirreff pensait, ce qui était l'opinion générale à son époque, que « la culture ne paraît pas modifier les sortes bien définies; par suite, le meilleur moyen d'améliorer les plantes est de faire le choix des variétés nouvelles et supérieures que la nature produit accidentellement, comme si elle invitait le laboureur à étendre la main et à les cultiver ».

Avant d'entrer dans le détail du travail de Shirreff il est bon de dire quelques mots sur l'usage du terme « Sélection ». Comme on le voit plus haut, ce mot a été employé par Shirreff dans un sens général, qui est évidemment le même que celui du mot « lecta » de la citation de Virgile; elle consiste dans le choix des meilleures plantes prises dans les mélanges du champ, et les individus choisis sont considérés comme des

représentants de races pures et constantes que l'on peut isoler, mais non améliorer. Ainsi la sélection, dans le sens primitif du mot, est le choix d'espèces élémentaires et de variétés, sans autre but que d'obtenir les meilleures sortes aussi pures que possible et débarrassées des formes inférieures. Les Romains n'aboutissaient qu'imparfaitement à ce résultat parce qu'ils ignoraient les lois de la lutte pour la vie et la concurrence de nombreuses sortes existant dans les champs.

Le Couteur et Shirreff réussirent à résoudre le problème grâce à la découverte de l'importance de la séparation des types. Combiner le choix soigné des plantes à leur isolement ultérieur fut tout ce qu'ils ont considéré de la question. L'agriculture moderne doit à cette méthode une bonne part de son succès.

L'autre grand principe, celui de Vilmorin, est l'amélioration dans la race ou « l'amélioration de la race », comme il l'a appelée. F. F. Hallet de Brighton, dans le comté de Sussex, l'a fait connaître en Angleterre sous le nom de « culture pédigrée » et désigna ses premières variétés nouvelles sous le nom très juste de « Blés pédigrés ». Cette méthode, qui donna des formes améliorées, non pas constantes, mais dépendant d'un choix continu et soigné des meilleures plantes dans les générations successives, est aujourd'hui généralement appelée « Sélection ». Mais il ne faut pas oublier que, d'après l'évolution historique de l'idée, le mot sélection a un double sens, celui de la distinction et de l'isolement de races constantes dans les mélanges, et celui du choix des meilleurs représentants de la race durant toute son existence. Les Betteraves à sucre, elles-mêmes, c'est-à-dire les plantes agricoles sélectionnées les plus anciennes, sont loin de pouvoir se passer d'une amélioration continue, sans laquelle les meilleures variétés ne resteraient point constantes mais perdraient leur valeur avec une grande rapidité.

La double signification du mot sélection était encore acceptée de tous à l'époque où Darwin publia son *Origin of Species*, c'est-à-dire en 1859. A cette époque, Shirreff possédait la plus haute autorité et avait le plus de succès comme sélectionneur de céréales. La méthode de Vilmorin

n'était appliquée qu'aux Betteraves ; Hallet a commencé ses cultures pédigrées quelques années plus tôt, et sa première publication sur les « Blés pédigrés » parut peu après, en 1862, à l'Exposition internationale de Londres. Ainsi, quand Darwin parle de sélection, on peut lui donner la signification du mot de Shirreff aussi bien que de celui de Vilmorin.

Avant de continuer ces considérations théoriques, examinons d'abord les faits, tels que Shirreff les présente lui-même. Durant la meilleure partie de sa vie, et en fait durant presque la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, Shirreff opéra d'après un principe très simple. Lorsqu'il était tout jeune, il avait remarqué qu'on trouvait parfois dans les champs des plantes isolées ayant des qualités meilleures que la moyenne ; il en récoltait à part les grains, ou parfois l'épi entier, et s'efforçait de les multiplier en évitant les mélanges.

La première forme qu'il obtint fut le « Blé de Mungoswell ». Au printemps de 1819, il observa tout à fait accidentellement, dans un champ de la ferme de ce nom, une plante particulière qui attira son attention par sa couleur d'un vert sombre et par la production d'un nombre d'épis plus élevé. Sans chercher davantage, il choisit de suite cette plante comme point de départ d'une race nouvelle ; il détruisit les plantes voisines pour lui donner plus d'espace, mit du fumier dans le voisinage de ses racines et la cultiva avec un soin spécial. Il obtint ainsi 63 épis et près de 2.500 grains. Il les sema tous à l'automne suivant et procéda ainsi pendant des années successives, la récolte entière restant isolée. Après deux années de multiplication intense, il reconnut que la forme était une bonne variété nouvelle et l'introduisit dans le commerce. Elle est devenue l'une des variétés de blé les plus communes de l'Est Lothian, comté d'Ecosse dont Haddington est le principal centre.

Les grains du « Blé Mungoswell » sont plus blancs et plus arrondis que ceux de la forme parente « Hunter's Wheat », mais ils ont la même forme et le même poids ; la paille est plus haute et plus forte ; en outre, chaque plante produit plus de tiges et plus d'épis.

Shirreff prétend que la plante origine de cette variété était un sport de la race dans laquelle il la trouva et qu'elle fut

unique. Il ne donne pas du reste de détails sur ce côté très intéressant de la question, et il néglige même de désigner le nom de la variété parente. Il déclare seulement qu'elle lui parut meilleure que les autres et que, plus tard, son opinion fut confirmée par d'autres agriculteurs et par son succès sur le marché. Constante dès le début, elle le resta sans exiger de sélection ultérieure. Ce fait important est simplement cité par lui comme une chose toute naturelle.

Quelques années plus tard, durant l'été de 1824, il observa un fort pied d'Avoine sur un des champs de la même ferme. Il était occupé, à cette époque, à faire une collection type d'Avoines pour la comparaison précise des variétés; il récolta des grains de l'individu remarqué et les sema sur un rang dans son champ d'expérience; il en obtint les plus fortes tiges de toute la collection, et des grains longs et lourds avec une raie rouge sur le côté concave. Le lot nouveau était bien supérieur aux autres sortes par la finesse et la blancheur de sa farine. La longueur inégale des tiges était toutefois un inconvénient et le champ apparaissait plus maigre et moins fourni qu'il n'était en réalité.

L'Avoine « Hopetown », comme on l'a appelée, fut répandue en Ecosse où on la cultiva beaucoup; elle fut même introduite avec succès en Angleterre, au Danemark et aux Etats-Unis; ce fut une des meilleures Avoines écossaises pendant plus d'un demi-siècle.

Durant les huit années suivantes, Shirreff ne trouva dans sa propre ferme aucune plante particulière digne de sélection; mais, à la fin de 1832, il vit un beau pied de Blé dans une ferme voisine et il obtint un épi d'environ 100 grains. Cet épi est la souche du « Blé Hopetown ». Après l'enlèvement soigné des grains, l'épi original fut conservé et plus tard exposé au Musée Agricole de Sterling. Le « Blé Hopetown » est une variété constante, supérieure au Blé ordinaire Hunter par ses grains plus larges et ses épis plus longs; il donne en outre une paille de qualité meilleure; il fut extrêmement répandu dans de grands districts d'Angleterre et d'Ecosse où il est connu sous le nom de « White Hunter » à cause de son origine et de la blancheur brillante de ses épis.

De même, une des Avoines de Shirreff provient d'une seule plante, découverte dans un champ, qu'on a isolée dans le but d'en faire des semences pour le commerce. On l'appela « Make him rich » ou Rends le riche. On manque de détails sur son origine.

Cette méthode donna quatre bonnes et nouvelles variétés de blé et d'avoine en moins de 40 ans. Shirreff modifia ensuite ses idées et sa méthode de travail. Les individus remarquables sont trop rares pour qu'on puisse en attendre des résultats avantageux. Il se mit donc à opérer sur une plus grande échelle. Il chercha et choisit, durant l'été de 1857, soixante-dix épis de blé provenant chacun d'une plante particulière à caractères vraisemblablement avantageux. Il ne les récolta pas dans un seul champ mais dans tous ceux de son voisinage où il avait accès. Il sema séparément les grains de chaque épi sélectionné et compara les lots pendant toute leur croissance, surtout à la récolte. Trois d'entre eux furent jugés excellents; ils furent propagés seuls et, comme ils formaient de nouvelles variétés constantes dès le début, ils furent introduits sur le marché sous les noms de « Blé de Shirreff blanc barbu », « Rouge barbu de Shirreff » et « Pringle's Wheat ». Ils se sont très répandus; les deux premiers sont encore placés par Vilmorin parmi les meilleurs blés de France.

Cette seconde méthode de Shirreff est tout à fait analogue à celle de La Gasca et de Le Couteur. On abandonna la croyance à la production de temps en temps, de nouvelles variétés remarquables par la nature, et on fit des recherches systématiques sur la valeur de tous les divers constituants des formes en culture. On vit de suite que tout épi particulier appartenait à une race pure et constante quoique la plupart d'entre eux n'eussent qu'une valeur moyenne. Quelques-uns, qui montraient des qualités supérieures, méritaient d'être multipliés et d'être introduits sur le marché comme des variétés distinctes.

Une fois adoptée, cette nouvelle méthode de comparaison, de sélection et de multiplication avec isolement subit de nombreuses améliorations. La culture sur le champ expérimental fut modifiée, afin d'assurer une croissance plus com-

plète et plus rapide. On compara la longueur des épis mûrs d'après la taille et le nombre de leurs grains; on tint compte des qualités de grains et de farine en faisant la part de l'influence du climat et du sol.

Shirreff ne paraît pas avoir cherché avec soin l'origine réelle de ses nouveaux types. Il remarque que, seules, les meilleures variétés cultivées ont des chances de donner encore de meilleurs types et qu'il est inutile de sélectionner et de semer les meilleurs épis des sortes médiocres; il fait observer qu'on n'a pas de chances de trouver chaque année un nouveau sport; il prétend au contraire qu'il fit des sélections sur le même lot pendant plusieurs générations successives avant d'en découvrir. Quel était leur âge? Il est naturellement impossible de le déterminer; mais il n'y a aucune raison de croire que l'état des céréales d'Ecosse était différent de celui des céréales de l'île de Jersey observé par Le Couteur.

En 1862, Shirreff s'occupa de la sélection des Avoines en cherchant les meilleurs panicules de toute la contrée et en comparant leur descendance dans son champ d'expérience. Les « Early Fellow », « Fine Fellow », « Longe Fellow », et « Early Angus » sont des variétés très remarquables introduites sur le marché de cette façon.

Quelques années plus tard, Patrick Shirreff décrit ses expériences et ses résultats dans un mémoire intitulé *On the improvement of cereals*, mais les descriptions sont très courtes et donnent peu de détails sur la valeur systématique des formes. Cependant, le principe directeur est nettement indiqué et quiconque étudie avec soin sa méthode de travail peut essayer avec confiance d'améliorer de la même façon les variétés de sa propre localité.

Ce grand principe de l'épreuve des variétés établi par Le Couteur et Patrick Shirreff a depuis pris une grande importance. Il faut en examiner ici deux traits principaux qui sont, d'une part, la production de races locales, d'autre part, le choix des meilleurs points de départ pour les expériences d'hybridation, comme on le voit en Californie, par les travaux de Luther Burbank, dans le croisement de différentes espèces élémentaires de *Lilium pardalinum* et d'autres.

Chaque région ou localité a ses conditions particulières de climat et de sol. Toute race ordinaire, c'est-à-dire mélangée, renferme quelques formes élémentaires qui seront mieux adaptées pour un district donné et d'autres mieux appropriées à des conditions différentes, d'où on peut conclure aisément que le choix ne peut pas être le même pour les différentes régions. Il faut sélectionner des types propres à chaque région parmi les diverses formes et la mise à l'épreuve des variétés est donc une tâche que chacun doit entreprendre dans ses conditions particulières. Quelques variétés se montreront, après la séparation, avantageuses pour de grands districts et même des Etats entiers. D'autres auront à l'essai une valeur plus locale, mais, dans ces localités, elles seront de beaucoup supérieures à toutes les autres.

Nous pouvons prendre pour exemple la nouvelle variété de blé obtenue à la station expérimentale du Minnesota. Hays la décrit en ces termes : elle dérive d'une seule plante; parmi 400 pieds de « Blue Stem », on en a choisi plusieurs parmi les meilleurs et on les a fait croître séparément, à un pied d'intervalle, dans tous les sens; chacune des plantes donna au moins 500 grains pesant 10 grammes, ou plus. Les sémences de ces plantes sélectionnées furent multipliées pendant quelques années jusqu'à fournir assez de graines pour la culture d'un champ. Les nouvelles lignées furent semées à plusieurs reprises à côté de la variété origine; l'une d'elles parut tellement supérieure que toutes les autres furent rejetées. Cette lignée a été nommée « Minnesota n° 169 ». Pour une grande étendue du Minnesota, ce blé paraît capable de donner au moins un à deux boisseaux de grains en plus, par acre, que la variété initiale, qui est pourtant la meilleure forme, la plus commune et la plus universellement adoptée dans les fermes du Minnesota sud et central.

Il est tout à fait superflu de donner des exemples plus nombreux; la nature composée des soi-disant espèces de plantes cultivées paraît hors de doute et son importance pratique est tout à fait évidente.

L'acclimatation est un autre processus qui dépend beaucoup du choix des variétés convenables. Ce fait est bien mis en évidence par la dispersion lente et graduelle des variétés de

Maïs dans cette contrée; les types les plus vigoureux sont limités aux régions tempérées et subtropicales, tandis que les variétés cultivées sous des latitudes plus septentrionales sont de plus petite taille et exigent moins de jours pour atteindre leur complet développement de graine à graine. Les variétés septentrionales sont naines et de courte durée; toutefois on sait que le Maïs Quarantain existait déjà dans l'Amérique tropicale à l'époque de Colomb. Il prospère de préférence, ou plutôt à l'exclusion des autres variétés de haute taille depuis le début de son introduction dans la culture, dans les pays d'Europe qui sont à la limite nord de la culture du Maïs.

D'après Naudin, la même règle s'applique aux Melons, aux Concombres, aux Cornichons et il serait facile d'en citer d'autres exemples.

Mais revenons aux *Draba* et aux Pensées pour montrer le parti que l'on peut tirer de l'expérience des sélectionneurs pour élucider le problème de l'évolution naturelle. Ces plantes présentent à l'état sauvage des groupes de formes constantes et à différences légères tout comme le Blé, l'Avoine et le Maïs. Si nous admettons qu'elles se sont produites, il y a des siècles, en un point quelconque de l'Europe centrale, il est probable qu'elles ont présenté les mêmes différences que les céréales en ce qui concerne l'action des conditions climatiques. Après la période où les nombreuses espèces élémentaires de *Draba* sont apparues, vint une période de grande distribution dont le processus doit être comparé à celui de l'acclimatation. Quelques espèces ont été plus adaptées aux climats du nord, d'autres aux sols de l'ouest ou de l'est, etc... Les qualités des espèces doivent avoir déterminé les lignes générales de leur distribution; leur répartition doit être en relation avec leurs qualités respectives d'adaptation au climat, au sol et à la température. La lutte pour la vie et la sélection naturelle ont accompagné et guidé la distribution, mais il n'y a pas de raison de croire que les diverses formes ont été modifiées par cette sélection et qu'elles possèdent aujourd'hui d'autres qualités que celles qu'elles avaient au début.

La sélection naturelle a joué, dans ce cas et dans un grand nombre d'autres, exactement le même rôle que la

méthode artificielle de mise à l'épreuve de la variété. En réalité, on peut dire que c'est là son rôle principal et dominant. Nous pouvons encore la comparer à un crible et dire que, dans ces cas, le climat et le sol exercent une action de criblage; la comparaison paraît ainsi d'une application plus précise. A côté du climat et du sol, il faut aussi tenir compte d'autres facteurs moins importants, tels que les conditions éthologiques, les ennemis végétaux et animaux des plantes et d'autres influences analogues.

La conclusion est que ce côté du problème de la sélection naturelle et de la lutte pour la vie offre les meilleurs espoirs pour le développement des recherches expérimentales ou de statistique. Toute comparaison de proportions numériques d'espèces observées durant des années successives fournit des faits précis sur le rôle de la sélection. On peut faire des observations directes et, ce qui est plus important, on peut les faire indépendamment de considérations douteuses et théoriques sur les changements présumés des caractères.

Le rôle de la sélection naturelle est clair; on doit l'étudier dans les conditions les plus simples.

### III

## VARIÉTÉS RÉGRESSIVES

---

### CINQUIÈME CONFÉRENCE

#### CARACTÈRES DES VARIÉTÉS RÉGRESSIVES

Tout le monde admire la beauté des fleurs des jardins et la diversité de leurs couleurs et de leurs formes. Toutes les parties du globe ont contribué à les fournir et tous les goûts y trouvent leur satisfaction. Des formes nouvelles produites par l'habileté de l'horticulteur sont introduites chaque année; elles dérivent le plus souvent du croisement et du mélange des caractères d'espèces introduites du même genre. Parfois l'histoire de nos fleurs est si ancienne que l'on a oublié leur origine hybride; tel est le cas des Pensées. Les hybridations continuent encore sur une grande échelle dans d'autres groupes et les nouvelles formes sont nettement reconnues comme hybrides.

Les horticulteurs et les amateurs, en général, s'intéressent plus aux résultats qu'aux méthodes qui ont donné les résultats. Les fleurs et les fruits excellents se recommandent par eux-mêmes et il ne paraît pas y avoir de raisons de rechercher leur origine. Parfois, le nom du producteur est si connu qu'il ajoute de la valeur à la forme nouvelle et c'est pourquoi il a intérêt à l'y joindre. L'origine et l'histoire de la plus grande partie de nos fleurs, de nos fruits et de nos légumes sont obscures. Nous acceptons ces formes comme elles sont, sans nous demander d'où elles viennent. On connaît quelquefois la station initiale du genre ou de

l'espèce, mais on ne peut répondre aux questions posées sur l'origine des formes particulières qui les ont fournies.

Nous en sommes donc réduits, presque toujours, à la comparaison des formes que nous voyons, ce qui conduit à l'emploi général du terme « variété » par opposition à celui d'« espèce ». Les grands groupes de formes que nous savons avoir été introduits comme tels sont appelés espèces; toutes les formes qui, par leurs caractères, appartiennent à ces espèces, sont désignées sous le nom de variétés en raison de leur affinité systématique avec la forme considérée comme l'ancêtre du groupe.

Ainsi, nous distinguons les « variétés hybrides » et les « variétés pures » suivant qu'elles dérivent de parents distincts ou d'une seule lignée d'ancêtres. De plus, dans les deux cas, les formes peuvent être reproduites par semences ou propagées par voie végétative, par boutures, greffe ou marcottes, ce qui conduit à la distinction de variétés de semis et de variétés végétatives. Dans le premier cas, l'hérédité des caractères spéciaux par semis décide de la valeur de la variété; dans le dernier cas, on ne s'en préoccupe même pas.

Nous laisserons de côté ces types divers pour ne nous occuper ici que des variétés de semis d'origine pure ou au moins de celles qu'on suppose pures. L'hybridation et la multiplication végétative des hybrides se présentent sans doute dans la nature, mais elles sont très rares par rapport à la propagation ordinaire par graines.

Les variétés de semis peuvent encore être divisées en variétés constantes et en variétés inconstantes. La différence est capitale, mais l'épreuve n'en est pas toujours facile à faire. Les variétés constantes sont aussi nettement définies et aussi étroitement limitées que les meilleures espèces sauvages, tandis que les types inconstants sont surtout cultivés pour leur grande variabilité de formes et de couleurs. Cette diversité est produite chaque année même par les semences les plus pures. Nous n'étudierons maintenant que les variétés de semis constantes; les types inconstants et à variations brusques seront l'objet d'une conférence suivante.

Nous pouvons faire ainsi des recherches exactes sur les

écarts de l'espèce que l'on considère d'ordinaire comme formant le caractère essentiel des variétés de semis constantes et pures; il nous suffit de comparer ces différences avec celles qui distinguent les espèces élémentaires d'un seul et même groupe.

Il y a deux points très importants. Le plus grand nombre des variétés horticoles ordinaires ne diffèrent de leurs espèces que par un seul caractère saillant. Dans les formes qui résultent de variations successives, on trouve aussi deux, trois ou plusieurs caractères combinés sur une seule variété; ainsi une variété naine de Pied d'alouette peut avoir en même temps des fleurs blanches ou des fleurs blanches et doubles; mais, dans ces combinaisons, l'individualité des caractères particuliers n'est pas altérée le moins du monde. En second lieu, beaucoup d'espèces présentent des variétés analogues. On peut citer les formes à fleurs blanches et doubles, à feuilles panachées, les variétés naines et bien d'autres encore; c'est précisément la répétition presque universelle des mêmes caractères qui nous frappe, lorsqu'on examine un grand nombre de variétés.

Il est possible d'étudier séparément ces deux catégories de faits. Commençons par la netteté des caractères de variété. A ce point de vue, les variétés diffèrent beaucoup des espèces élémentaires. Ces dernières se distinguent des formes affines par la majeure partie de leurs organes. On ne trouve pas de caractère différentiel important entre les formes particulières de *Draba verna*, d'*Helianthemum* ou de *Taraxacum*; tous les caractères doivent être examinés au même titre. Les espèces élémentaires de *Draba* diffèrent, comme nous l'avons vu, par la forme des feuilles et des poils, le nombre et la taille des pédoncules floraux, la largeur et l'échancrure des pétales, la forme des fruits, etc. Chacune des deux cents formes renfermées dans l'espèce linnéenne a son type propre qu'il est impossible de définir par un seul terme et leurs noms sont choisis arbitrairement. C'est le contraire pour la plupart des variétés; un mot suffit d'ordinaire pour exprimer la différence complète qu'elles présentent avec les espèces correspondantes.

Les variétés blanches d'espèces à fleurs rouges ou bleues

sont les plus répandues. Si l'espèce a une couleur complexe dont un seul élément est perdu, on obtient des types partiellement colorés comme l'*Agrostemma Coronaria bicolor*; les taches peuvent disparaître et la couleur devenir uniforme comme dans le *Gentiana punctata concolor* ou dans l'*Arum maculatum immaculatum*. L'absence de poils donne des formes glabres comme le *Biscutella lævigata glabra*; l'absence d'épines donne les variétés désignées par le mot *inermis*, par exemple, le *Ranunculus arvensis inermis*. Le *Cytisus prostratus* a une variété *ciliata*, et le *Solanum Dulcamara*, ou Douce-amère, une variété appelée *tomentosum*. Les curieuses variétés monophylles de Fraisiers et beaucoup d'autres formes seront étudiées plus loin.

Il suffirait pour augmenter cette liste de prendre dans une flore ou dans un catalogue de plantes horticoles, les noms des variétés qui y sont désignées. Presque toujours ce sont de véritables variétés et non des espèces élémentaires qui y sont mentionnées et un seul mot exprime le caractère tout entier.

Cette liste servirait aussi à démontrer le second point, puisque les mêmes noms y réapparaissent fréquemment. Un grand nombre de variétés sont désignées par les mots *alba*, *inermis*, *canescens* ou *lutea* et beaucoup de genres ont des espèces désignées de la même façon. Parfois les classificateurs utilisent des noms divers exprimant exactement la même idée, afin de cacher la monotonie du caractère; ainsi, l'absence de poils est exprimée par des noms de variétés différents dans *Papaver dubium glabrum*, *Arabis ciliata glabrata*, *Arabis hirsuta glaberrima*, *Veronica spicata nitens*, *Amygdalus persica lævis*, *Paeonia corallina leiocarpa*, etc.

Au contraire, les espèces élémentaires des différents genres sont fondées sur la plus grande diversité possible des caractères. Les formes de *Taraxacum* ou d'*Helianthemum* ne répètent pas celles des *Draba* ou des *Viola*. Dans les Roses et dans les Ronces, les distinctions sont caractéristiques des types Rose ou Ronce; ils en dérivent évidemment et ne s'appliquent qu'à eux. Cela est si vrai que personne ne donne le titre d'espèces élémentaires aux Roses blanches, ni aux Ronces blanches, mais l'on s'accorde à reconnaître que les

formes qui ne diffèrent de l'espèce parente que par un seul caractère, doivent être regardées comme des variétés.

Cette conviction générale est la base sur laquelle on peut édifier la distinction la plus nette entre les espèces élémentaires et les variétés. Une vieille règle de botanique systématique veut qu'aucune forme ne soit définie comme espèce que sur un seul caractère. Tous les auteurs sont d'accord sur ce point; les différences spécifiques affectent la totalité des attributs et non un seul organe ou une seule qualité. Cette règle est intimement liée à l'idée que les variétés dérivent des espèces. L'espèce est le type réellement existant dont la variété est née par un changement défini. Dans l'énumération des différentes formes, les espèces sont distinguées par le mot vrai ou typique, souvent même par l'indice grec  $\alpha$ , ce qui veut dire la première; puis viennent les variétés, soit dans l'ordre de leur degré de différenciation, soit simplement dans l'ordre alphabétique. Lorsqu'il s'agit d'espèces élémentaires, il n'y a pas de type vrai; aucune ne prédomine puisque toutes sont considérées comme équivalentes; l'espèce systématique à laquelle on les rattache n'existe pas réellement, mais elle est l'abstraction du type commun à toutes, comme le genre ou la famille est le type abstrait correspondant aux espèces ou aux genres.

En résumé, nous trouvons que les espèces élémentaires sont équivalentes et constituent ensemble l'espèce systématique, collective ou idéale. Les variétés, au contraire, dérivent d'une espèce réelle existant encore généralement.

J'espère avoir réussi à montrer que la différence entre les espèces élémentaires, ou comme on les appelle souvent les petites espèces ou les sous-espèces, d'une part, et les variétés de l'autre, est très marquée. Il est toutefois nécessaire, pour établir ce principe, de limiter le nom de variété à celles qui se propagent d'elles-mêmes par semis et sont d'origine pure, non hybride.

Ce principe n'entraîne pas un contraste absolu entre deux groupes de caractères; c'est plutôt une différence dans notre manière d'apprécier les faits qu'une différence dans les faits eux-mêmes. Les caractères d'espèces élémentaires sont, en général, nouveaux pour nous, tandis que ceux des variétés

sont connus depuis longtemps. C'est ce qui me paraît être le point essentiel.

Pourquoi les caractères de variétés nous sont-ils familiers? C'est évidemment la réapparition continue des mêmes changements, leur répétition constante qui leur a fait perdre le caractère de nouveauté. Nous examinerons plus loin ces caractères en détails et nous trouverons alors qu'ils ne sont pas aussi simples qu'on peut le croire à première vue; mais, justement parce qu'ils nous sont familiers, nous voyons facilement que leurs différences appartiennent réellement à un seul caractère, tandis que, dans les espèces élémentaires, tout est si nouveau qu'il nous est impossible de discerner les unités qui composent les nouveaux attributs.

Si nous tenons compte de toutes ces difficultés, nous ne pouvons nous étonner de la confusion qui paraît dominer partout dans cette question. Quelques auteurs font comme Linné et appellent simplement variétés les subdivisions d'espèces; d'autres adoptent la méthode de Jordan et évitent la difficulté en dénommant directement espèces toutes les petites formes. Les classificateurs les plus remarquables comme A. P. de Candolle, Alph. de Candolle et Lindley préfèrent considérer les espèces ordinaires comme des groupes collectifs et appellent leurs constituants « les éléments de l'espèce ». Ils indiquent ainsi avec netteté la différence qui existe entre les subdivisions des espèces sauvages ordinaires et les variétés horticoles; celles-ci seraient très rares, si elles n'avaient été isolées et préservées contre la destruction.

L'habitude que nous avons d'un caractère et les raisons qui nous le font regarder comme bien connu résultent de deux causes essentiellement différentes au point de vue de la valeur d'une variété nouvelle.

Le caractère en question peut exister dans l'espèce donnée ou bien exister seulement dans un autre groupe. Dans le premier cas, la variété ne peut se former que par la perte du caractère; dans le second, elle naît par l'addition d'un caractère nouveau. On peut dire que le premier mode est un processus négatif, et le second doit être alors désigné comme positif; comme il est plus commode de perdre ce que l'on a que de gagner quelque chose de neuf, les

variétés négatives sont plus communes que les variétés positives.

Prenons maintenant le cas d'un caractère apte à varier dans les deux sens; c'est évidemment le meilleur moyen d'expliquer clairement ce qu'il faut entendre par un changement positif et un changement négatif.

Dans la famille des Composées, nous trouvons un groupe de genres avec deux formes de fleurons sur chaque capitule. Les uns, hermaphrodites, sont tubulés avec cinq, ou rarement quatre dents égales et occupent le centre du capitule; on les appelle souvent fleurons flosculeux ou fleurons du disque. Ceux de la périphérie sont ligulés, d'ordinaire unisexués et dépourvus d'étamines; ils sont souvent stériles par avortement de l'ovaire; ils sont larges, à couleurs vives; on les appelle souvent rayons du capitule. C'est le cas de la Camomille (*Anthemis nobilis*), de la Camomille sauvage (*Matricaria chamomilla*), ou de la Millefeuille (*Achillea Millefolium*), des Pâquerettes, du Dahlia et de beaucoup d'autres. Dans la même famille, on trouve des espèces dont les capitules sont dépourvus de rayons, telles que la Tanaisie (*Tanacetum vulgare*) et quelques Armoises; le genre *Bidens* est connu pour renfermer les deux types. Le *Bidens cernua* et le *Bidens tripartita* sont des plantes très communes dans les terrains humides et les marécages et ordinairement dépourvues de fleurons ligulés; ils sont très abondants dans certaines régions et complètement stables, ne donnant jamais de capitules à fleurons radiés. D'autre part, les *Bidens* à fleurs blanches ou pourpres de nos jardins (*B. leucantha* et *B. atropurpurea*) sont des espèces cultivées pour leurs capitules floraux très apparents, pourvus de grands rayons blancs ou foncés et presque d'un noir pourpre. Ici, nous avons l'occasion d'observer les formes positive et négative du même caractère. Les espèces sauvages (*B. cernua* et *B. tripartita*) présentent de temps à autre des fleurons ligulés et montrent ainsi une variation positive; le *Bidens* blanc a donné dans nos jardins une variété dépourvue de rayons. Ces variétés sont tout à fait stables et ne font jamais retour à l'espèce ancienne.

Les variétés positives et négatives analogues ne sont point

rare chez les Composées. Dans les flores, les variations positives sont en général appelées « radiées » et les négatives « discoïdes ». On connaît les formes discoïdes de la Camomille ordinaire, de la Pâquerette, de quelques Asters (*A. Tripolium*) et de quelques Centaurées ; on a observé les formes radiées dans la Tanaisie (*Tanacetum vulgare*), l'Erigeron du Canada (*Erigeron canadense*) et le Seneçon vulgaire (*Senecio vulgaris*). Prises au sens large, les variétés négatives paraissent un peu moins nombreuses que les variétés positives, mais il est difficile de donner une conclusion définitive sur ce point.

Le contraire se produit pour les variétés de coloration des fleurs dont l'espèce est rouge ou bleue. Ici, l'absence de la couleur est si commune que tout le monde peut en citer une longue liste. Linné lui-même supposait qu'il n'y avait pas d'espèce sauvage bleue ou rouge sans variété blanche. On sait qu'il fonda sur cette opinion sa règle, si souvent critiquée, de ne jamais se fier à la couleur pour reconnaître ou décrire une espèce.

Il existe d'autre part quelques variétés rouges d'espèces à fleurs blanches ; mais elles sont très rares, et l'on sait peu de chose sur leur constance. On n'a pas encore trouvé de variétés bleues d'espèces sauvages à fleurs blanches. La Millefeuille (*Achillea Millefolium*) a une forme à fleurs rouges qui apparaît de temps à autre dans les localités ensoleillées et sablonneuses. Je l'ai isolée et cultivée pendant un grand nombre d'années et de générations ; elle est tout à fait stable, mais la coloration varie entre le rose et le blanc et elle est extrêmement changeante ; il faut peut-être la regarder comme une variété instable. Une forme à fleurs rouges du *Begonia semperflorens* vulgaire est cultivée sous le nom de « Begonia Vernon », l'Aubépine blanche (*Cratægus oxyacantha*) a souvent des fleurs rouges et on cultive assez fréquemment une variété à fleurs roses de « Silverchain » ou « Faux-Acacia » (*Robinia Pseud'Acacia*). Les variétés « Crown » de Riz, d'Avoines et d'Orges peuvent être aussi considérées comme des variations positives de coloration des amandes du grain qui paraît noir, couleur qui résulte de l'accumulation d'une très grande quantité de pigment rouge.

Pour les fruits, on connaît quelques variétés positives rouges d'espèces verdâtres et jaunâtres, telles les Groseilliers (*Ribes grossularia*) et les Orangers à fruits rouges. La teinte rouge est plus fréquente sur les feuilles; on l'observe, parmi les plantes herbacées, sur certaines variétés de *Coleus* et sur les variétés de Trèfles blancs ordinaires à feuilles pourpres; parmi les arbres et les arbustes, le Noisetier (*Corylus*), le Hêtre (*Fagus*), le Bouleau (*Betula*), l'Épine-vinette (*Berberis*) et beaucoup d'autres ont des variétés pourpres. Quoique la plupart de ces formes très ornementales abondent dans les parcs et les jardins, on ne sait pas grand'chose sur l'origine de la coloration des feuilles, ni sur sa constance dans la propagation par semis.

En plus des caractères que nous venons d'étudier, il y en a naturellement un grand nombre d'autres par lesquels les variétés peuvent différer de leurs espèces. Le plus souvent, il est facile de voir si le caractère est positif ou négatif; il n'est pas nécessaire d'examiner avec soin la liste de ces formes pour être convaincu que la variation négative prédomine presque partout et que les variations positives sont, en général, si rares qu'elles peuvent même être prises pour des exceptions à la règle.

Les variétés peuvent provenir de la perte d'organes ou de qualités très divers. Tantôt les pétales disparaissent comme dans la *Nigella*, tantôt ce sont les étamines, comme dans la Viorne (*Viburnum Opulus*), et les Hortensias; quelques variétés à bulbes n'ont même plus de fleurs comme la belle forme *plumosa* du Muscari cultivé (*Muscari comosum*). On connaît des Ananas et des Bananes dépourvus de graines; et il existe aussi plusieurs variétés de pommes, de poires, de raisins et d'oranges sans pépins. Il y a quelques années, M. Rivière, d'Alger, décrivit un Dattier de son jardin à fruits sans noyaux. La prune sans péricarpe ligneux de M. Burbank, de Santa-Rosa en Californie, est aussi une très curieuse variété; l'amande du fruit est bien développée mais nue; aucune enveloppe ligneuse ne la sépare de la pulpe du fruit.

Les variétés unicaules sont plus curieuses encore; elles n'ont qu'une seule tige, comme on peut le voir parfois dans

le Maïs ou le Pin; on a signalé des Pins de trois ou quatre mètres de haut sans aucune branche, complètement dénudés et ne portant des feuilles que sur les courtes ramilles de l'année précédente, développées à la cime de l'arbre. Ils ne peuvent naturellement pas porter de graines et se comportent comme le Maïs stérile qui ne produit jamais d'épis femelles, ni de fleurs mâles. Il existe d'autres variétés sans graines qu'on propage par boutures; leur origine est presque toujours inconnue et nous ne savons pas s'ils doivent être classés parmi les variétés stables ou les variétés instables.

La perte de la qualité de donner de l'amidon, dans le Maïs et les Pois à grains sucrés, est un des exemples les plus curieux; l'amidon y est remplacé par du sucre ou une substance voisine (dextrine). La perte de folioles latérales présentée par le Fraisier « Gaillon » est aussi remarquable. Parmi les arbres, les formes à rameaux pendants ou pleureurs, les formes en balai ou fastigiées, sont des variétés très caractéristiques qui se rencontrent dans des espèces appartenant à des ordres très différents. Le Frêne, le Hêtre, quelques Saules et beaucoup d'autres arbres, dont quelques espèces horticoles très belles comme le *Sophora japonica*, ont donné naissance à des variétés à port pleureur; l'If ou *Taxus* a une forme fastigiée très estimée à cause de ses branches dressées et de son port pyramidal. Il en est de même des variétés pyramidales de Chênes, d'Ormes, de Faux-Acacia et d'autres.

On admet généralement que ces formes doivent être regardées comme des variétés à cause de leur fréquence dans un grand nombre d'espèces et aussi à cause de la nature de leurs caractères qui sont toujours les mêmes. Les formes à rameaux pendants doivent leurs particularités à la longueur des branches et à la perte de la tendance à redresser les rameaux qui sont trop faibles pour garder une position verticale; la résistance à la pesanteur qui est la cause ordinaire de la croissance verticale manque chez eux. La cause du port pleureur paraît être la même dans tous les cas. Les arbres et arbustes fastigiés s'opposent aux formes à port pleureur; ici, la tendance à croître dans une direction horizontale a disparu et, avec elle, la structure bilatérale et symétrique des

branches. Dans l'If ordinaire, la tige dressée porte des aiguilles régulièrement distribuées sur une spire, mais les aiguilles des branches sont insérées sur deux rangs, à droite et à gauche. Toutes les aiguilles ont leur face supérieure tournée vers le haut, leur face inférieure tournée vers le bas; toutes sont par suite dans un même plan horizontal qui renferme aussi les ramifications secondaires. Cette disposition générale tient évidemment à un autre mode de réaction à la pesanteur; lorsqu'elle fait défaut, les branches croissent en hauteur et se comportent comme la tige principale.

Les deux caractères, fastigié et pleureur, doivent donc être regardés comme des caractères négatifs et il est très important de remarquer que ces variations se présentent sans transitions, ni formes intermédiaires. Si ces dernières apparaissaient, même rarement, elles seraient probablement signalées en raison du grand intérêt que les nombreux types présenteraient. Le fait qu'elles n'existent pas prouve que le changement, quoique en apparence considérable, doit correspondre en réalité à de simples unités qui ne peuvent être divisées en parties plus petites.

Nous n'avons malheureusement encore que peu de documents sur l'hérédité de ces formes puisque, dans la plupart des cas, il est difficile de les isoler à l'époque de la floraison et d'obtenir des semences pures. Examinons maintenant quelques variétés dues à la perte d'organes superficiels.

Les brugnons, par exemple, sont des pêcheslisses, dépourvues du duvet soyeux qui est un caractère net des vraies pêches; on en connaît dans différentes races de Pêchers. Dès le début du siècle dernier, Gallesio n'en a pas décrit moins de huit sous-variétés rapportées à des races définies de Pêchers. La plupart d'entre eux se reproduisent fidèlement par semis; c'est un fait bien connu, dans ce pays, pour les clingstones, à noyau adhérent et les freestones à noyau libre, et quelques autres types. Les brugnons varient souvent; ils ont donné naissance à de nouvelles sortes, telles que le brugnon blanc et beaucoup d'autres qui diffèrent sensiblement d'aspect et de goût. Or, les arbres n'ont pas varié sous d'autres rapports et on ne peut les distinguer dans leur jeunesse, car le caractère de variété est limité à la seule perte de duvet qui

couvre le fruit. On sait de plus que les pêches ont donné des brugnons et les brugnons de véritables pêches. Ce sont donc encore des exemples de changements positifs et négatifs du même caractère, mais il est possible aussi qu'il y ait eu un croisement et la disjonction d'un hybride serait l'explication la plus plausible de quelques-uns au moins des cas cités par divers auteurs.

On voit souvent des variétés lisses ou glabres; nous en avons déjà signalé un certain nombre à propos de la multiplicité de noms de variétés. Les variations positives sont plutôt rares et le plus souvent limitées à la densité plus ou moins forte de la pubescence dans quelques espèces poilues, comme dans le *Galeopsis ladanum canescens*, le *Lotus corniculatus hirsutus*, etc.; le *Veronica scutellata* est lisse et possède une variété pubescente; les *Cytisus prostratus* et *spinescens* ont aussi tous deux une forme poilue.

On peut comparer la présence ou l'absence de poils à l'existence ou au manque de l'aspect glauque des feuilles dont le Ricin commun nous offre un exemple bien connu. Ici, l'aspect glauque est dû à de petites gouttes de résine distribuées à la surface des feuilles; la résine fait défaut dans les variétés à feuilles vertes; les variétés vertes de *Papaver alpinum* et de *Rumex scutatus* en sont d'autres exemples. On n'a pas signalé de variations positives de ce caractère.

Les épines et les aiguillons peuvent souvent disparaître et donner naissance à des formes inermes et sans défense. Dans le genre *Datura*, deux espèces, le *D. Stramonium* à fleurs blanches et le *D. Tatula* à fleurs violettes, ont de ces variétés. La forme épineuse a une variété appelée « Dutch » dont le fruit est lisse. C'est une très vieille forme, tout à fait stable, comme le sont d'ailleurs tous les *Datura* sans épines.

L'année dernière, Mr. Cockerell, de l'Est des Las Vegas au Nouveau Mexique, découvrit un cas très curieux d'un manque partiel d'épines sur une variété de Lampourde américaine, souvent appelée Bardane de mer, qui est une mauvaise herbe commune dans les Etats de l'Ouest. Son nom latin est *Xanthium canadense* ou *X. commune* et la forme à laquelle on fait allusion est appelée par Mr. Cockerell *X. Wootoni*, en l'honneur du Professeur E. O. Wooton qui décrivit les pre-

miers échantillons récoltés. Les capsules de l'espèce commune sont couverts de longs aiguillons serrés et légèrement recourbés à la pointe. Dans la nouvelle forme, qui est identique pour tous les autres caractères au *Xanthium commune*, les capsules sont plus allongées et les épines moins nombreuses; il n'en existe environ que 25 par capsule et elles sont souvent plus épaisses à la base. Cette variété est abondante au Nouveau Mexique; elle croît toujours avec l'espèce commune et paraît tout à fait stable par semis. Mr. Cockerell a eu l'obligeance de m'envoyer des capsules des deux formes et j'ai pu en obtenir dans mon jardin, l'an dernier, deux jolis lots à la fois de l'espèce commune et de la forme *Wootoni*.

On connaît des variétés sans épines de Faux-Acacia, de Houx et de Groseilliers cultivés (*Ribes grossularia* et *R. Uva-crispa*). On a trouvé plusieurs fois un sport sans épines de l'Ajonc (*Ulex europæus*) qui n'a pas été propagé.

Les faits précédents donnent d'excellentes preuves de variétés obtenues soit par la perte de quelques caractères saillants, soit par l'acquisition de particularités déjà offertes par les espèces parentes. Toutefois, il arrive souvent que la cause morphologique de la dissemblance n'est pas aussi facile à distinguer, quoiqu'il n'y ait pas de raisons de douter que le plus grand nombre des cas ne se montrent conformes à la règle après un examen plus complet. Aussi nous pouvons conclure que la principale différence existant entre l'espèce élémentaire et les variétés consiste en ce que les premières naissent par l'acquisition de caractères entièrement nouveaux, tandis que les dernières dérivent de la perte de qualités existantes ou du gain de certaines particularités qu'on peut déjà observer dans des espèces très voisines.

Si nous supposons que les espèces élémentaires et les variétés naissent par sauts brusques ou mutations, on peut dire que les espèces élémentaires et quelques variétés aussi sont des mutations progressives, tandis que les autres variétés diffèrent de leurs types initiaux par régression ou par réapparition d'un caractère. Cette conception s'accorde parfaitement avec l'idée courante de l'édification du règne végétal, d'après le processus de la théorie de l'évolution.

Les espèces forment les anneaux de la chaîne qui unit les formes inférieures aux êtres mieux organisés et plus récents. En d'autres termes, le système se compose d'espèces; les variétés sont uniquement locales et latérales et n'ont jamais une importance réelle pour la structure de l'ensemble.

Jusqu'ici, nous avons généralement admis que les variétés diffèrent de l'espèce parente par un seul caractère, ou au moins qu'il suffit de les distinguer par un seul caractère. Passons maintenant à l'étude de variétés qui diffèrent par plusieurs caractères. Il y en a deux types; ou bien les points de dissemblance sont intimement liés les uns aux autres, ou bien ils sont plus ou moins indépendants.

Les particularités dites mutuelles peuvent être appelées corrélatives et la variation de leur ensemble constitue la variabilité corrélative. Ce phénomène, de la plus haute importance, est très fréquent. Avant d'en décrire quelques exemples, disons que dans la conférence sur la variation fluctuante, il sera question de faits d'une nature tout à fait différente, qui malheureusement sont désignés sous le même nom. Nous laisserons donc de côté, dans cette discussion, les variations qui ne sont que des fluctuations.

Le *Datura* violet, que quelques auteurs regardent comme une variété de l'espèce à fleurs blanches *D. Stramonium* et d'autres comme une espèce séparée, le *D. Tatula*, nous servira d'exemple. Puisque les caractères particuliers qui nous intéressent ici sont précisément des caractères de variétés et non des fluctuations, il n'y a pas d'objections à en faire usage dans notre étude actuelle de la variabilité corrélative.

Le caractère essentiel du *Datura* violet réside dans la couleur des fleurs d'un bleu pâle très joli. Mais cette couleur n'est pas limitée à la corolle; on la voit sur les tiges, les pétioles et les nervures des feuilles, qui sont teintées de violet sombre, par addition de bleu au vert primitif; la couleur de la surface des feuilles peut aller jusqu'au pourpre; toute la surface de la tige en est recouverte, même celle des jeunes embryons. Ce fait a quelque importance, puisque les jeunes plantes, quand elles déploient leurs cotylédons et leurs premières feuilles, peuvent être distinguées par ce

moyen des plantules de l'espèce à fleurs blanches. Dans des expériences de croisement, il est possible aussi de distinguer les jeunes individus blancs des bleus, et la culture montre la concordance exacte de leur couleur avec celle des fleurs. Le critérium fourni par la couleur est toujours certain; s'il manque sur les plantules, il fera défaut sur les tiges et les fleurs; mais si l'axe de la jeune plante est teinté, même très légèrement, la couleur se montrera dans toute sa beauté aux stades plus avancés de la vie de la plante.

Cette concordance dans la coloration des différents organes est ce que nous appelons corrélation. Il est vrai que la lumière est nécessaire pour son développement et que les plantules peuvent rester vertes à l'obscurité ou en lumière atténuée au lieu de devenir violettes; mais, en dehors de cette circonstance, tous les organes ont toujours la même couleur qui est le vert pur et le blanc, ou la combinaison de ces couleurs avec la teinte bleue. Cette constance est si absolue que les couleurs des différents organes paraissent n'être que différentes phases de l'extériorisation d'un caractère unique.

Cette impression doit être analysée, car elle montre la cause de la corrélation. Si la faculté de produire de l'anthocyanine, c'est-à-dire la couleur en question, existe, elle entrera en activité partout et chaque fois que l'occasion s'en présentera. C'est le suc cellulaire du parenchyme qui est coloré par l'anthocyanine et pour cette raison tous les organes qui possèdent ce tissu auront la même coloration. Ainsi la couleur n'est pas un caractère particulier à un seul organe ou à une seule cellule; elle n'est pas liée à une unité morphologique; c'est une qualité physiologique indépendante qui n'est pas localisée, mais qui appartient à la plante tout entière. Si nous supposons qu'elle a pour base des particules matérielles représentatives, ces particules sont dispersées dans tout le corps de la plante.

Cette conception d'unités physiologiques qui seraient la cause de la couleur et d'autres qualités s'oppose évidemment à l'idée courante à savoir que les cellules et les tissus sont les unités morphologiques des végétaux. Je ne doute pas

cependant qu'avec le temps, elle ne s'impose aux savants aussi bien qu'aux horticulteurs. Ceux-ci, lorsqu'ils désirent conserver leurs variétés à la hauteur du type parfait ou qu'ils cherchent un idéal défini, considèrent évidemment le type parfait ou l'idéal en tant que plante entière, même s'ils ne la cultivent que pour les fleurs ou les fruits.

J'ai choisi la coloration du *Datura violet* comme premier exemple de corrélation, mais les couleurs d'autres plantes montrent des aspects si divers et fournissent des exemples si probants que je vais faire une étude plus étendue de ce sujet intéressant.

Tout d'abord, on peut examiner la corrélation des couleurs des fleurs et des fruits. Si les fleurs et les fruits sont colorés dans l'espèce en rouge, en brun, en violet ou en noir presque pur et que ces caractères manquent sur une variété, on sait qu'elle manque à la fois sur les deux organes. Si la couleur primitive est pure, les fleurs et les baies seront blanches, mais cela est rare. Ordinairement une teinte jaunâtre ou verdâtre se trouve sous la couleur fondamentale; si cette dernière disparaît, le fond jaunâtre apparaît. Ainsi par exemple, la *Belladone* qui est une belle plante herbacée, vivace, à fruits gros, noirs, brillants et très vénéneux, possède des fleurs brunes; il en existe dans quelques bois une variété à fleurs vertes et à fruits d'un jaune brillant; on la trouve aussi fréquemment dans les jardins botaniques. La teinte due à l'anthocyanine manque sur les deux organes ainsi que sur les tiges et les feuilles. Le *Bois joli* ou *Daphne Mezereum* a des corolles rouges, des feuilles pourprées et des fruits rouges. La variété à fleurs blanches s'en distingue par le manque de teinte rouge sur les tiges, les feuilles et sur les baies qui sont d'un beau jaune. On pourrait citer bien d'autres exemples puisque la décoloration des baies est d'une grande fréquence, si grande même que, dans la famille des Bruyères ou *Ericacées* entre autres, toutes les espèces portant des baies ont, à quelques exceptions près, des variétés à fruits blancs.

La même corrélation s'observe sur les graines. Le *Lin* à fleurs blanches donne des semences jaunes et non brunes comme l'espèce à fleurs bleues. Beaucoup de variétés de

fleurs peuvent être distinguées par la couleur de leurs graines telles les Pavots, les Giroflées et d'autres. Certaines variétés à fleurs blanches se reconnaissent dès la germination; les tiges des jeunes plantes sont d'un vert pur et non d'un vert brun. Les jardiniers utilisent ordinairement cette particularité pour purifier leurs planches de fleurs longtemps avant l'époque de la floraison, soit en les éclaircissant, soit en les sarclant. Même dans les plantes sauvages comme dans les *Erodium*, *Calluna*, *Brunella* et d'autres, un botaniste peut reconnaître les rares variétés à fleurs blanches à la couleur vert pur des feuilles à une époque où elles ne sont pas en fleur. Quelques sortes de Poiriers portent des fleurs colorées et des taches rouges sur les stipules des feuilles; parmi les plantes à bulbes, beaucoup de variétés peuvent être reconnues, même en hiver, par les teintes différentes des écailles extérieures.

Laissons les couleurs et passons maintenant à d'autres cas de corrélation encore plus étonnants, car ils sont aussi rares que les variétés de coloration sont communes. Les feuilles de quelques plantes, au lieu d'être entières ou seulement divisées en lobes larges, sont très découpées par suite de la division répétée des lobes marginaux. On voit souvent ces variations foliaires dans les jardins, où on les cultive pour leur beauté ou leur singularité, comme les Aulnes laciniés, les Hêtres et les Tilleuls à feuilles de Fougère, les Cytises à feuilles de Chêne. La plupart sont décrites sous le nom de *laciniata*. Parfois la division s'étend aux pétales des fleurs qu'elles modifient complètement comme dans une variété de Ronce. On peut aussi l'observer souvent dans les jardins botaniques sur une des plus vieilles et des plus intéressantes anomalies, la variété laciniée de la Grande Eclair ou *Chelidonium majus*, ainsi que sur bien d'autres variétés. La plupart rentrent dans le groupe des variations négatives, telles que nous les avons définies; mais on en trouve aussi, bien qu'elles soient très rares, qui doivent être classées dans les variétés positives. L'exemple le mieux connu est celui du *Begonia semperflorens*, qui a des feuilles vertes et des fleurs blanches et qui a produit des variétés horticoles à feuilles brunes et à fleurs roses.

Ici aussi la nouvelle qualité se manifeste sur différents organes.

Nous en avons assez dit sur les changements corrélatifs pour vous convaincre qu'ils doivent être regardés, d'ordinaire, comme l'expression de quelque qualité générale interne ou physiologique, non limitée à un seul organe, mais affectant toutes les parties de l'organisme capables de subir le changement. Ces caractères sont donc de véritables unités et doivent être rangés dans la catégorie des caractères uniques.

Par contre il existe des caractères vraiment composés qui se dissocient en unités différentes. Ils peuvent être décomposés dans la production des variétés et trahissent ainsi les éléments séparés de leur nature complexe. Les plus jolis exemples de caractères composés sont fournis par les couleurs de quelques-unes de nos fleurs horticoles les plus appréciées. Elles sont d'une teinte uniforme, mais présentent souvent deux ou trois tons. Ainsi, il apparaît parfois des taches, des lignes ou des marques sur un fond blanc ou coloré. Que de telles lignes ou taches soient des unités séparées, cela est évidemment démontré par le fait que parfois il apparaît des variétés sans taches ayant à tous les autres points de vue conservé les couleurs de l'espèce. La complexité de la couleur est également évidente chaque fois qu'elle est formée des éléments de l'anthocyanine et du groupe des pigments jaunes. La teinte anthocyanine est limitée au suc cellulaire tandis que les couleurs jaune ou orange pur sont fixées sur des organes spéciaux du protoplasma. L'examen au microscope montre simultanément les différentes unités qui, bien que se trouvant dans la même cellule et presque en contact immédiat, sont toujours complètement séparées par la paroi de la vacuole du suc cellulaire.

La combinaison de rouge et de jaune donne une teinte brune, comme dans certaines fleurs cultivées, ou bien encore ces teintes voyantes de rouge orange foncé si recherchées dans les Tulipes. En mettant dans l'eau bouillante des fleurs de cette sorte pendant peu de temps, les cellules qui renferment le pigment rouge l'abandonnent dans le liquide environnant et les pétales ne conservent que leur teinte jaune.

On sépare ainsi sans difficulté les éléments et on démontre aisément la nature composée de la couleur primitive.

Mais la diversité des dessins colorés est loin d'être épuisée par l'examen de ces exemples simples. A côté d'eux ou combinées à eux, on voit de fréquentes complications qu'il est impossible d'analyser par cette méthode artificielle. Pour y réussir, il faut reprendre le principe antérieurement posé, c'est-à-dire la comparaison des différentes variétés. Si les unités prises une à une peuvent être isolées indépendamment des autres, nous devons nous attendre à les trouver dissociées par la variation toutes les fois qu'on possède en culture un nombre suffisamment élevé de variétés colorées. En fait, on obtient souvent un haut degré de dissemblance de la façon la plus simple, soit par la séparation des éléments, soit par leur combinaison en petits groupes pour la plupart différents. Un très bon exemple d'une telle analyse des couleurs florales est fourni par le Muffier vulgaire. La belle couleur pourpre de cette plante, si commune dans les jardins, est formée, d'une part, d'éléments jaunes, d'autre part, d'unités rouges. Les éléments jaunes sont au nombre de deux; l'un teinte la corolle entière d'un jaune clair, comme dans la variété jaune pur appelée *luteum*. Cette forme est produite par l'absence de tous les éléments rouges. Si la teinte jaune, elle aussi, disparaît, on obtient une variété blanche qui n'est pas absolument décolorée mais qui montre le second élément jaune. Ce dernier colore seulement quelques faibles portions des lèvres de la fleur dans le voisinage de la gorge et rend apparente, dit-on, l'entrée de la corolle aux insectes visiteurs. Dans beaucoup de variétés rouges ou rougeâtres, cette partie seule reste jaune, tandis que la teinte jaune générale fait défaut. Dans la variété appelée « Brillant », le fond jaune rend la couleur rouge plus éclatante; si le fond jaune manque, la teinte carmin pur prédomine. On voit facilement sur la forme ordinaire que les lèvres sont d'un rouge plus foncé que le tube.

Cette différence saillante de tons indique une certaine complexité. Or, nous avons deux variétés qui montrent séparément les deux éléments de cette couleur. L'une d'elles, appelée « Delila », a le rouge limité aux lèvres, alors que le

tube est d'un blanc pur; l'autre, appelée « Fleshy », a toute la corolle d'un rose pâle. Ajoutons ces deux unités l'une à l'autre, nous obtenons le type sauvage original sombre; on peut même dire rapidement ici que le moyen de faire cette addition consisté dans le croisement de la variété « Fleshy » avec la variété « Delila »; l'hybride montre la somme des deux colorations et retourne ainsi au prototype.

D'autres cas de fleurs à couleurs composées ou à dessins colorés sont fournis par le *Mimulus* et le Pavot; mais presque toujours les variétés de nos jardins ne montrent que les éléments séparés.

Beaucoup de fleurs de couleur sombre ont des formes intermédiaires à teintes éclatantes en plus de la variété blanche; tel est le cas des Roses, des Asters, des *Nicandra*, etc... On connaît aussi des formes de taille intermédiaire. Le Pavot, les Mufliers, les Pois, le *Nicandra* et beaucoup d'autres plantes n'ont pas seulement des variétés naines, mais aussi quelques variétés de taille moyenne qui, bien que comprises entre les types élevés et les types nains, ne peuvent être considérées comme des termes de transition, car les séries de formes qu'on peut intercaler sont le plus souvent inconnues. Ainsi, on trouve trois types de taille dans les grains du Maïs, le « Cuzco », le « Horse-dent », et le « Gracillima »; il en est de même dans les Haricots et quelques autres plantes. Le *Xanthium Wootoni* dont nous avons parlé plus haut ne présente qu'une partie des épines du *Xanthium commune*; c'est un cas très curieux qui démontre la nature composée du caractère épineux.

Des preuves données dans cette conférence, nous pouvons conclure que les variétés diffèrent des espèces élémentaires par ce fait qu'elles ne possèdent rien de réellement nouveau. Elles dérivent, pour la plupart, d'une variation négative, par la perte apparente de quelque qualité et rarement d'une variation positive, par l'acquisition d'un caractère déjà observé dans une espèce voisine. Ces caractères ne sont pas des entités morphologiques; il faut les considérer comme des unités physiologiques existant dans toutes les parties de l'organisme et se manifestant chaque fois que l'occasion s'en présente. Ce sont des unités en ce sens qu'elles

peuvent apparaître et disparaître une à une; mais très souvent elles sont combinées en caractères composés qu'on peut analyser. Les variétés cultivées qui montrent une seule qualité ou un petit groupe de qualités distinctes fournissent des moyens commodes d'analyse des caractères.

---

## SIXIÈME CONFÉRENCE

### STABILITÉ ET ATAVISME RÉEL

On croit généralement que les variétés se distinguent surtout des espèces par leur inconstance. Cette opinion, basée sur quelques cas spéciaux et étendue à d'autres, doit avoir pris naissance surtout dans la confusion qui existe dans l'emploi du mot variété. Il est vrai que les variétés végétaives, en règle générale, disparaissent lorsqu'on les propage par semis et sont un exemple évident d'inconstance. De plus, il faut tenir compte du groupe des variétés instables ou à variations brusques que nous devons naturellement exclure de l'étude de la stabilité des autres types. Toutefois, ces variétés « ever-sporting » ne sont instables qu'à un certain degré ; par extension du mot stabilité, on montrera qu'elles sont tout aussi fidèles à leurs caractères que les types les mieux fixés.

Après avoir mis à part ces deux groupes qui renferment aussi la grande série des formes hybrides, nous pouvons ne considérer que les variétés d'origine pure propagées par semis que nous avons étudiées dans les chapitres précédents. Leur caractère général consiste en leur fidélité au type qui est simple et non double comme dans les variétés « instables ». L'opinion courante est qu'elles ne sont fidèles à leurs particularités qu'à un certain degré et que, de temps en temps, assez fréquemment même, elles retournent à la forme dont elles dérivent. Ces retours sembleraient prouver que ce sont de simples variétés et aussi indiquer empiriquement l'espèce dont elles sont nées. Nous examinerons, dans la conférence prochaine, au point de vue critique, les faits sur lesquels cette opinion repose ; mais, avant de le faire, il est nécessaire de rassembler les cas où ce retour n'existe à aucun

degré ou encore ceux qui ne montrent pas de retour, au moins dans les semis expérimentaux et purs.

En l'état actuel de nos connaissances, il est très difficile de dire si des retours véritables ont lieu ou n'ont pas lieu dans les variétés constantes. S'il y en a, ils doivent être très rares et n'apparaître que dans des circonstances exceptionnelles ou sur des individus particuliers. Toutefois, lorsque ces derniers sont multipliés par boutures, surtout lorsqu'ils sont les seuls représentants de leurs variétés, le retour, quoique théoriquement rare, se montre sur presque chaque individu de la famille. J'en citerai des exemples plus loin. On donne généralement le nom d'atavistes à ces individus particuliers, mais ce mot même est parfois utilisé dans un sens différent.

Les documents empiriques et expérimentaux relatifs à la question de la constance ne sont certainement pas aussi complets qu'il le faudrait; les conditions expérimentales sont rarement décrites et ce n'est que tout récemment que l'attention a été attirée sur ce problème. Il reste beaucoup à faire. Les innombrables variétés d'arbres, d'arbustes et d'herbes vivaces entre autres devraient être essayées au point de vue de leur constance après autofécondation; bon nombre d'entre elles se classeraient parmi celles qui varient sans cesse par sports.

Laissons de côté les cas douteux ou insuffisamment étudiés et portons maintenant notre attention sur les faits, relatifs à un grand nombre de variétés, qui prouvent leur stabilité complète, aussi complète du moins qu'on peut l'obtenir par l'expérimentation ou l'observation.

Les meilleures preuves sont fournies par les variétés qui croissent à l'état sauvage dans des stations où elles sont complètement isolées de l'espèce et où, par conséquent, aucune possibilité de croisement ne peut troubler les résultats. Il en est ainsi pour la forme sans fleurons ligulés de la Camomille sauvage ou *Matricaria Chamomilla discordea*. Beaucoup d'auteurs ont été très vivement frappés par sa fixité complète et sa tenue comparable à celle d'une espèce ordinaire; ils l'ont même élevée à ce rang; comme telle, elle a été décrite sous le nom de *Matricaria discordea* D. C. Elle est



remarquable par sa distribution rapide et étendue et, dans ces dernières années, elle s'est naturalisée en différentes contrées d'Amérique et d'Europe, spécialement en France et en Norvège. J'ai fait pendant des années successives des cultures expérimentales de 1.000 à 2.000 plantules sans observer de traces de retour, ni sur les individus les plus vigoureux, ni sur les nombreux individus petits et faibles qui apparaissent dans les semis.

La Jacobée ou *Senecio Jacobea* en fournit un second exemple. C'est une herbe vivace à souches courtes et à fortes tiges qui portent de nombreux capitules à pédoncules courts, disposés en un grand corymbe compact. Elle se multiplie abondamment par graines et elle est très commune sur les dunes sablonneuses de la Hollande. Elle a deux formes, qui ne diffèrent que par la présence ou l'absence de fleurons ligulés ; ces deux variétés occupent des localités différentes et sont même limitées à des provinces distinctes. Autant que je puis l'affirmer, d'après les nombreuses excursions faites pendant plusieurs années, elles ne montrent jamais de sport et se trouvent en mélange seulement sur les confins de leurs habitats. La forme sans ligules est généralement considérée comme la variété, mais elle est tout aussi stable que l'espèce radiée.

Les variétés radiées de Bident, citées dans la conférence précédente, paraissent également stables lorsqu'elles croissent loin de leurs prototypes. J'ai semé des graines d'une plante de la forme radiée de *Bidens cernua* et j'ai trouvé toutes les jeunes plantes fidèles ; l'année dernière j'ai obtenu de leurs semences 2.000 à 3.000 plantes qui toutes étaient également radiées. J'ai fait l'épreuve de beaucoup d'espèces de Composées, je les ai trouvées toutes constantes ; d'autre part, Murr et d'autres naturalistes ont observé de rares sports de cette sorte.

Beaucoup de formes de végétaux et de fruits donnent des exemples de stabilité. On peut citer les fraises blanches, les raisins verts, les framboises blanches, les Laitues frisées, le Persil frisé et quelques autres formes frisées. L'Épinard à fruits sans aiguillons est bien connu. Le Lin à fleurs blanches ne retourne jamais au prototype bleu, s'il est pur. Il en est de même des Pois sucrés et du Maïs sucré. Les Frai-

siers sans stolons sont fidèles par semis depuis leur première apparition, c'est-à-dire depuis plus d'un siècle.

Beaucoup de variétés horticoles ont d'ordinaire une stabilité douteuse parce qu'elles sont semées trop près d'autres variétés de la même espèce ; soumises à l'épreuve, elles ont été reconnues stables par divers auteurs et à des époques différentes. Il est évident qu'il est essentiel pour cette épreuve de s'assurer de la pureté de la semence. Les échantillons doivent être obtenus dans des cultures isolées de celles des formes parentes et, s'il est possible, après fécondation artificielle en empêchant la visite des insectes. Ce résultat est obtenu de différentes façons. Si l'espèce est rare, il suffit souvent de s'assurer qu'elle n'est pas cultivée dans les environs ; le pollen peut être transporté par les abeilles à des distances de dix et de vingt mètres, plus rarement à plusieurs centaines de mètres, mais un éloignement plus considérable suffit en général pour l'isolement. Si les fleurs se fécondent d'elles-mêmes, ce qui arrive plus souvent qu'on ne le suppose, ou s'il est facile de les féconder artificiellement avec leur propre pollen ou avec celui de petits groupes d'individus semblables, la meilleure méthode est de les isoler dans des espaces clos. A l'époque de la floraison, les plantes sont, en général, trop grandes pour être recouvertes de cloches qui ont d'ailleurs l'inconvénient de maintenir l'atmosphère humide et de provoquer la chute des boutons floraux. La meilleure couverture consiste en des nattes ou des canevas à mailles suffisamment larges, bien qu'une longue expérience me fasse préférer de beaucoup des écrans en fil de fer serré que l'on dispose autour et au-dessus de la plante entière ou du groupe des plantes et qu'on fixe soigneusement au sol. On peut aussi utiliser des sacs en papier que l'on glisse sur les branches en fleurs et qu'on lie sur les rameaux après avoir enfermé les fleurs. Il est nécessaire de se servir de papier préparé spécialement pour résister à la pluie ou au vent. La meilleure sorte, que j'ai presque exclusivement utilisée dans mes expériences de fécondation, est appelée papier parchemin. C'est une préparation de pulpe de bois débarrassée artificiellement de la substance ligneuse ou lignine. Après avoir recouvert les fleurs avec soin et récolté les graines à l'abri de toute autre

cause de mélange, séparément s'il est possible pour chaque individu particulier, il ne reste qu'à en semer la quantité nécessaire pour obtenir le plus grand nombre possible d'individus. Les retours sont considérés comme rares et un petit nombre de plantules ne suffirait pas pour les faire apparaître; seuls les semis de centaines et de milliers d'individus sont décisifs. Ces semis peuvent être faits en une seule année ou continués pendant plusieurs années ou générations.

Hildebrand, Hoffmann, Hofmeister et d'autres ont préféré la dernière méthode. Hoffmann a cultivé le Lin blanc et beaucoup d'autres variétés; Hofmeister poursuivit ses semis pendant plus de 30 ans avec la variété blanche de Digitale jaune (*Digitalis parviflora*). J'ai étudié moi-même des variétés à fleurs blanches de plantes horticoles vivaces; j'achetai les plantes, je les fis venir à fleurs en les isolant comme il est dit plus haut et je récoltai séparément les semences de chaque individu; puis je les semai en groupes isolés; enfin j'en amenai plusieurs centaines et, dans quelques cas, plus d'un millier jusqu'à la floraison. Je n'ai trouvé qu'une seule variété inconstante parmi ces plantes, la forme blanche de l'Ancolie jaune, ou *Aquilegia Chrysantha*, qui appartient évidemment au groupe des variétés instables déjà signalé.

Toutes les autres restèrent sans exception absolument fidèles au type. Les espèces expérimentées furent: *Campanula persicifolia*, *Hyssopus officinalis*, *Lobelia syphilitica*, *Lychnis chalconica*, *Polemonium dissectum*, *Salvia pratensis* et quelques autres. J'ai vérifié de même la constance complète des variétés blanches des plantes annuelles suivantes: *Chrysanthemum coronarium*, *Godetia amœna*, *Linum usitatissimum*, *Phlox Drummondii* et *Silene Armeria*. On peut y joindre l'*Erodium cicutarium album* qui croît en grande abondance dans quelques parties de la Hollande et qui se reconnaît aisément à ses feuilles et à ses tiges d'un vert pur, même lorsqu'il ne fleurit pas. Je l'ai cultivé en grande quantité pendant cinq générations successives et je n'ai jamais pu trouver même la plus faible indication d'un retour au prototype rouge. Le Mouron rouge ou *Anagallis arvensis* a une variété bleue absolument constante. Britton et Brown qui signalent rarement les variétés dans leur flore

la donnent comme une espèce distincte probable; on obtint de parents isolés huit cents plantules ayant fleuri tous de la même couleur bleue. L'Épinard de la Nouvelle-Zélande (*Tetragonia expansa*) a une variété verte et une variété brune; la couleur rouge de cette dernière recouvre le feuillage tout entier et même les tiges et les branches. J'ai cultivé les deux formes pendant plusieurs années et je n'ai jamais pu constater de variations de l'une dans l'autre. Plus de 5.000 plantules des différentes graines des mêmes fruits furent récoltés dans les années successives, ni les plantes germées dès la première année, ni celles qui ont manifesté leur activité après quatre années de repos ne m'ont donné de traces de la couleur rouge de l'espèce origine.

C'est une vieille coutume de désigner les types intermédiaires sous le nom d'hybrides surtout quand les deux types sont largement répandus et que les intermédiaires sont rares. Beaucoup de gens croient qu'en faisant ainsi ils expliquent l'origine des formes rares, mais depuis que les lois de l'hybridation sont connues, nous devons perdre cette habitude.

Il existe par exemple de nombreuses plantes à fleurs rouges ou bleu foncé dont on possède une variété blanche et une forme rose ou bleu pâle. Ces variétés pâles ont exactement la même valeur que les autres et, à l'épreuve, on les trouve également stables. Il en est ainsi pour la variété rose du Silène à bouquets (*Silene Armeria rosea*), du *Clarkia pulchella carnea*, de la variété rose pâle de la Nielle des blés, appelée couramment *Agrostemma Githago nicæensis* ou même simplement *A. nicæensis*. J'ai constaté le maintien de la pureté de cette dernière variété pendant dix générations successives. Le Pavot Danebrog est une autre forme intermédiaire bien stable (*Papaver somniferum Danebrog*); c'est une ancienne variété absolument pure lorsqu'on la cultive séparément. On pourrait étendre longuement cette énumération.

Beaucoup de variétés horticoles universellement estimées et cultivées sont très anciennes. Il est intéressant de signaler que très souvent ces formes ont été réintroduites comme

des nouveautés. La Digitale commune en donne un des meilleurs exemples. Elle a une variété monstrueuse qui fait beaucoup d'effet parce qu'elle porte, à l'extrémité de ses rameaux et de ses branches, de grandes fleurs étalées en coupe ayant un aspect tout différent des fleurs latérales en forme de dé à coudre. On la décrit ordinairement comme un cas de pélorie, c'est-à-dire de forme régulière d'un type normalement irrégulier; les fleurs sont grandes et irrégulières sur les fortes branches, mais plus grêles et pentamères sur les rameaux faibles. Leur beauté et le grand intérêt de leur caractère anormal les a fait décrire souvent ou presque toujours comme nouveauté; elles ont été récemment réintroduites comme telles en horticulture, quoiqu'elles fussent cultivées déjà avant le milieu du siècle dernier. Une très bonne description fut même publiée à cette époque par Vrolik d'Amsterdam dans sa Flore, puis fut oubliée. La variété péloriée de la Digitale reste toujours fidèle par semis, quoique, au sens strict du mot choisi pour notre étude, elle ne semble pas être une variété constante et pure.

Il est très intéressant de comparer les anciens ouvrages de botanique, ou même les anciens dessins et gravures de plantes anormales. La célèbre Pinacothèque de Munich renferme une vieille peinture de Holbein (1495-1543) qui représente St. Sébastien dans un jardin dont beaucoup de plantes sont facilement reconnaissables; entre autres, il y a une variété monophylle de Fraisiers que l'on peut encore trouver dans les jardins botaniques. En 1671, un botaniste hollandais, Abraham Munting, publia un gros volume de plantes horticoles renfermant un grand nombre d'excellentes gravures dont la plupart naturellement représentent des plantes normales; mais on y trouve aussi des variétés encore en culture et par conséquent vieilles au moins de deux siècles. Il en cite d'autres qui, bien que non dessinées, sont faciles à reconnaître à leurs noms et à leur description; la Crête de Coq est la plus connue; beaucoup de nos variétés à fleurs blanches ou doubles étaient déjà cultivées à cette époque; de même la Belle de nuit à fleurs striées, le *Sedum* à crête, la Couronne impériale fasciée, les Fraisiers

à fruits blancs, les Groseilliers à fruits rouges et bien d'autres étaient connus de Munting.

Quelques variétés sont aussi vieilles que la culture elle-même; on sait bien que les Romains cultivaient la forme blanche du Pavot et utilisaient comme légume les feuilles de la Betterave à sucre.

Actuellement les fleurs et les fruits changent presque aussi rapidement que les fantaisies et les goûts des hommes. On introduit chaque année de nouvelles formes qui usurpent la place des anciennes; on en oublie vite le plus grand nombre mais, lorsqu'on examine un vieux jardin, on y rencontre encore un bon nombre de belles sortes anciennes. Il serait même utile de faire des collections spéciales de plantes vivantes des anciennes variétés; ce travail serait assurément profitable et intéressant et il donnerait la preuve de la stabilité des familles pures.

Passons maintenant à l'autre côté de la question et étudions les cas de retour, signalés de temps en temps, qui ont toujours été regardés comme des preuves directes du caractère de variété de nature régressive. Le mot retour signifie un changement, rétrograde dans l'évolution, en un type qui ne serait autre que la forme dont la variété est née.

Les exemples de cette sorte d'atavisme sont bien connus, mais ils se rencontrent sur des individus multipliés par boutures ou par greffe et, si on examine attentivement leurs différents caractères, on est conduit à n'en citer qu'un petit nombre. Le Groseillier à fleurs des côtes Pacifiques du nord de l'Amérique, appelé encore Groseillier écarlate (*Ribes sanguineum*) est un arbuste ornemental très répandu. On l'estime pour ses grappes de fleurs d'un rouge brillant qui apparaissent chaque année, au printemps, avant les feuilles. Cette espèce a donné naissance à une forme blanche, très ancienne et très répandue, mais moins estimée à cause de ses fleurs pâles, qui ne sont pas d'un blanc pur mais ont conservé une légère teinte rougeâtre. Les jeunes rameaux et les pétioles des feuilles donnent un exemple de variation corrélative puisque, dans l'espèce, la couleur rouge apparaît nettement mélangée au vert, tandis que, dans la variété, cette teinte fait complètement défaut.

Ce Groseillier à fleurs blanches retourne accidentellement au type original rouge. La variation affecte les boutons; un ou deux boutons de l'arbuste qui porte peut-être un millier de grappes de fleurs blanches donnent des rameaux et des feuilles très pigmentées de rouge et des fleurs à couleurs vives. Ces rameaux laissés sur l'arbuste peuvent se développer, se ramifier et donner un plus grand nombre de branches, qui, toutes, conservent le même caractère. Une fois retournée au type, la branche reste toujours atavique. Ce petit groupe de branches rouges disposé parmi les nombreuses branches blanches a un aspect très curieux qui attire souvent l'attention et j'ai eu moi-même plusieurs fois l'occasion de remarquer cette particularité. Il paraît certain qu'en plantant des arbustes de cette variété blanche dans un jardin, on verra, tôt ou tard, de nouveaux boutons retourner au prototype rouge.

Il semble qu'on n'ait apporté jusqu'ici que très peu d'attention sur ce phénomène curieux qui mérite une étude sérieuse à beaucoup de points de vue. La variété blanche est, dit-on, née en Ecosse, il y a bien des années; elle paraît n'avoir été propagée que par boutures ou par greffes; si cela est vrai, tous les échantillons doivent être considérés comme ne formant ensemble qu'un seul individu, malgré leur distribution dans les jardins et les parcs d'un grand nombre de contrées, et je suis conduit à supposer que la tendance au retour n'est pas un caractère de la variété elle-même, mais plutôt une particularité de ce seul individu. En d'autres termes, il semble probable que si la variété à fleurs blanches naissait une seconde fois dans l'espèce rouge, elle ne montrerait pas nécessairement la même tendance au retour. Pour exprimer encore mon opinion sous une autre forme, je puis supposer que si une variété est produite à plusieurs reprises par la même souche, de rares individus seuls auront une tendance au retour alors que, dans la plupart des cas, ils seront aussi complètement stables que l'espèce elle-même.

Cette conception nous fait mieux comprendre la cause de la rareté de ces retours. Beaucoup de variétés d'arbustes et d'arbres ne sont apparues qu'une ou deux fois; la plupart doivent par conséquent être stables, si notre hypothèse est exacte.

On trouve dans les Conifères un bon nombre d'excellents exemples de retours par bourgeons, cultivés dans les jardins et dans les serres, et qui se comportent exactement comme le Groseillier à fleurs blanches. Comme les caractères de variétés s'observent surtout sur les feuilles et les branches, ces aberrations peuvent être examinées pendant toute l'année et, de plus, elles sont souvent beaucoup plus nombreuses que dans le premier exemple choisi. Le *Cryptomeria* du Japon possède une variété dont les rameaux ressemblent à des cordes; cet aspect n'est pas dû à la torsion, mais seulement à la courbure des aiguilles qui paraissent insérées en spirale sur la tige. Cette variété retourne souvent au type à aiguilles largement étalées et droites et on trouve parfois, sur le même arbuste, quatre ou cinq branches et plus qui ont ce caractère atavique. Le *Cephalotaxus pedunculata fastigiata*, plus connu sous le nom de *Podocarpus Koriana*, est encore plus répandu; c'est une variété fastigiée d'une espèce voisine des Ifs communs d'Amérique et d'Europe (*Taxus minor* et *T. baccata*); c'est un arbuste bas, à larges feuilles linéaires, d'un vert clair. Dans l'espèce, les feuilles sont disposées sur deux rangs, à gauche et à droite, et croissent sur des branches horizontales largement étalées. La variété a les branches dressées et les feuilles insérées sur toutes les faces; elle retourne au prototype bilatéral par sport; on voit alors des aîles plates en forme d'éventail qui ne sont que des rameaux produits latéralement sur les touffes fastigiées et serrées. Partout où cette variété est cultivée, on trouve le même retour en abondance, même dans des circonstances normales en apparence. Comme pour le *Ribes*, tous les échantillons dérivent de boutures prises sur une seule plante initiale. La variété fut introduite du Japon vers 1860, mais elle existait probablement beaucoup plus tôt. On ne sait rien sur sa véritable origine. Elle ne porte jamais de fleurs, ni de fruits. Il est curieux de noter que la variété analogue de l'If européen, *Taxus baccata fastigiata*, quoique beaucoup plus communément cultivée que le *Cephalotaxus*, ne présente jamais de retour, au moins autant que j'ai pu m'en rendre compte. Ces faits confirment l'explication donnée antérieurement.

Après avoir étudié ces rares cas de retour qui sont les mieux connus, examinons maintenant la question de l'atavisme à un point de vue plus général, tout en se rappelant une fois de plus qu'il faut en exclure tous les cas d'hybridation et aussi toutes les variétés à sports annuels ou fréquents. Il faut considérer seulement les très rares cas d'atavisme dans les variétés connues pour le reste comme absolument constantes.

L'atavisme ou le retour est une rechute au prototype. Mais qu'est-ce qu'un prototype? Nous pouvons donner au mot un sens expérimental et un sens systématique. Expérimentalement ce mot a une signification très restreinte et ne renferme que les cas d'atavisme de variétés dont les ancêtres sont connus. Cette notion est naturellement historique; si l'on a vu naître une variété d'une espèce définie, si les circonstances ont été suffisamment vérifiées pour ne laisser aucun doute sur son origine pure, et si, de plus, toutes les preuves ont été dûment enregistrées, on peut dire que l'origine de la variété est connue historiquement. Le plus souvent, il faut se contenter de témoignages recueillis plus tard et enregistrés après que la nouvelle variété a eu l'occasion de montrer sa valeur.

Lorsqu'une variété d'origine connue de cette nature retourne accidentellement à son espèce parente, nous avons un exemple d'atavisme manifeste; ces exemples sont très rares, puisque la naissance de la plupart des variétés n'a été que très imparfaitement contrôlée.

Les relations systématiques d'une variété à son espèce viennent ensuite. L'origine historique de la variété peut être obscure ou simplement oubliée, mais les caractères distinctifs sont de l'ordre de ceux que nous avons décrits dans la conférence précédente, soit positifs, soit négatifs. Ici, la forme la plus rare est regardée comme une variété de la forme la plus répandue. Si la variété présumée change et retourne au type spécifique, il s'ensuit une justification des relations de parenté supposées entre les deux formes; mais il est manifeste que l'explication repose sur le résultat d'études comparées et non sur l'observation directe du phénomène lui-même. Plus les rapports des deux types en

question sont grands, moins les conclusions sont douteuses et critiquables.

Mais le domaine de l'atavisme n'est pas restreint à ce que nous venons d'exposer. Bien au contraire, les faits qui nous frappent le plus comme exemples de retours sont ceux qui sont aptes à nous donner une idée plus complète des affinités systématiques. Nous sommes prêts à les utiliser pour perfectionner le système naturel et le refondre de telle façon qu'il fournisse la généalogie des groupes en question. Il existe sans doute de tels cas d'atavisme, mais il faut les interpréter seulement dans nos hypothèses concernant la place relative qu'on doit attribuer aux différentes formes dans le système naturel.

Bien que ces faits ne se rapportent qu'indirectement au sujet que nous traitons, je pense qu'il est bon d'en donner un exemple, précisément parce qu'il nous donne l'occasion de signaler les recherches très importantes de Heinricher sur la variabilité et les tendances ataviques de l'Iris bleu pâle ou *Iris pallida*.

Les fleurs de l'Iris bleu ont un périanthe composé de six segments soudés en un tube dans leur partie inférieure; les trois lobes externes sont dilatés et étalés ou réfléchis, tandis que les trois lobes internes sont en général dressés, bien qu'ils soient, dans la plupart des espèces, larges et colorés comme les externes. En face des trois pièces externes du périanthe se trouvent les trois étamines, puis les trois lobes du style, semblables aux pétales, dont chacun porte un stigmate juste au-dessus de l'anthere correspondante. La fécondation s'opère par les bourdons et dans certains cas par les mouches du genre *Rhingia* qui les visitent pour récolter le nectar; ces insectes enlèvent le pollen des anthers et le déposent ensuite sur le stigmate. Selon les données systématiques relatives aux Monocotylédones, le prototype du genre *Iris* a dû posséder un périanthe de six pièces équivalentes ou presque équivalentes et six étamines, comme les types actuels de la famille des Liliacées que l'on considère comme primitifs, tels que les Lis, les Tulipes, les Jacinthes et d'autres. En ce qui concerne le périanthe, cette opinion est confirmée par l'existence d'une espèce, l'*Iris falcifolia*, dont le pé-

rianthe se compose de six parties égales. Mais les espèces à six étamines sont inconnues. Heinricher a réussi toutefois, en cultivant certaines formes anormales de l'*Iris pallida*, à combler cette lacune et à produire des fleurs à périanthe uniforme et à six étamines qui rappellent ainsi le type ancestral supposé. Pour obtenir ce résultat, il partit de quelques faibles déviations observées dans les fleurs de l'espèce *pallida*, sema les graines en grande quantité et sélectionna les plantes qui montraient nettement des anomalies dans la direction atavique attendue. En procédant ainsi pendant plusieurs générations, il atteignit enfin le but et put donner une existence réelle au prototype des Iridées qui, auparavant, n'était qu'hypothétique. L'*Iris Kaempferi*, espèce japonaise à grandes fleurs cultivée dans les jardins, montre de grandes variations dans le nombre des différentes parties de ses fleurs, et même parfois six étamines. Si on l'étudiait de la même façon que l'*Iris* d'Heinricher, on obtiendrait, sans doute, des résultats très intéressants et confirmatifs.

On pourrait citer bien des cas semblables d'atavisme systématique et tout botaniste en ajoutera facilement quelques-uns de mémoire. Nombre d'anomalies spontanées, qu'il serait trop long de décrire ici, sont évidemment dues au même principe.

Les retours peuvent apparaître dans la multiplication par bourgeons ou la reproduction par semis et il est très probable qu'ils se présentent plus souvent dans les semis. Mais dans les limites que nous nous sommes imposées ici, les cas de retour par semis, suffisamment certains pour qu'on puisse s'appuyer sur eux, sont très rares et manquent peut-être complètement. La plupart des exemples signalés par divers auteurs peuvent être discutés, notamment en ce qui concerne la pureté des semences; la possibilité de quelque croisement inaperçu trouble les résultats.

Dans la conférence suivante, nous examinerons, à un point de vue général, les causes ordinaires et les résultats de ces croisements. Nous pourrions voir alors qu'ils sont si communs et qu'ils apparaissent si régulièrement, dans les conditions habituelles, que nous ne pouvons jamais compter sur la pureté absolue d'aucune semence, si l'on n'a pas exclu la

possibilité d'un croisement accidentel, soit par les circonstances mêmes, soit par des précautions expérimentales prises à l'époque de la floraison.

Les cas d'atavisme donnés sans signalement des circonstances ou des précautions prises pour garantir la pureté de la fécondation doivent donc toujours être rejetés. Il faut même exiger d'autres preuves. La plante qui donne les semences peut être un hybride et sujette à des retours, d'après les lois ordinaires de la disjonction des hybrides. On doit éliminer ces exemples puisqu'ils entraînent la confusion des phénomènes. Or, si nous examinons la longue liste des cas signalés avec cette méthode rigoureuse de critique, on ne trouve que très peu de faits satisfaisant aux exigences légitimes. Il est donc beaucoup plus sûr, en l'état actuel de nos connaissances, de n'accepter que les variations de bourgeons comme des preuves directes d'atavisme. On ne peut même pas toujours s'y fier, puisque quelques hybrides sont sujets à se dissocier par voie végétative et qu'ils donnent ainsi naissance à des variations de bourgeons analogues à beaucoup d'égards, mais en apparence seulement, aux cas d'atavisme. Heureusement, cette dernière cause d'erreur est très rare jusqu'ici.

Après cette discussion, il serait hardi de citer des cas d'atavisme par semis et il vaut mieux s'en abstenir complètement.

Beaucoup d'exemples de ce soi-disant atavisme sont d'une nature purement morphologique. Il en est ainsi pour les caractères que certaines plantes ne présentent que dans leur jeune âge et qui sont évidemment communs aux espèces alliées, mais persistent dans certaines jusqu'à l'état adulte. Quelques espèces du genre *Acacia* ont des feuilles bipennées, tandis que d'autres n'ont pas de feuilles du tout et portent à leur place des pétioles élargis et aplatis. On admet que le second type dérive du premier par la perte des folioles et la modification des pétioles en phyllodes plats et simples; un grand nombre d'entre eux sont sujets à rappeler cette forme primitive, lorsqu'ils sont très jeunes, sur la première, la deuxième, la troisième feuille, quelquefois même sur les huit ou dix premières feuilles. Ces feuilles sont petites à

cause de la faiblesse de la jeune plante et par suite ont souvent une structure réduite; mais, elles sont en général vraiment bipennées et fournissent ainsi un témoignage de leur dérivation d'une espèce qui a de belles feuilles bipennées pendant toute sa vie.

On pourrait en donner d'autres exemples, mais ceux-ci suffisent. Ils montrent une fois de plus combien il est nécessaire de distinguer les différents phénomènes réunis jusqu'à ce jour sous le nom général d'atavisme. Il serait de beaucoup préférable de leur donner à tous des noms spéciaux, et, aussi longtemps qu'il n'en sera pas ainsi, nous devons prendre garde d'être induits en erreur par le mot et aussi de confondre différents phénomènes l'un avec l'autre, parce qu'ils portent actuellement le même nom.

En tenant compte des restrictions relativement nombreuses qui résultent de cette discussion, nous allons faire une revue rapide de quelques-uns des cas les plus généralement connus d'atavisme par multiplication de bourgeons. Disons une fois de plus que la plupart des plantes cultivées en grand, soit comme légumes, soit pour leurs fruits ou leurs fleurs, ont des ancêtres qui résultent de tant de croisements qu'il semble préférable de les exclure de notre étude, car la pureté d'origine est indispensable. Nous éliminons ainsi la majeure partie des faits qui, jusqu'à ce jour, y sont généralement rattachés, car les Roses, les Jacinthes, les Tulipes, les Chrysanthèmes ont toujours le plus contribué à démontrer la variation de bourgeons; mais ces plantes ont été croisées si souvent qu'on peut douter de la pureté d'origine des formes, fait qui détruit la valeur des nombreux cas de variations de bourgeons signalés dans la démonstration de l'atavisme réel.

La même objection subsiste pour les Azalées et les Camélias entre autres. Les variétés à fleurs striées de ces genres appartiennent au groupe des formes instables qui seront étudiées plus loin. Il en est de même pour les Œillets qui varient accidentellement par marcottes et dont quelques espèces sont si peu stables dans leurs caractères que les fleuristes les appellent « attrapes ». Mais il y a un groupe important de cas de retour par bourgeons qui n'est pro-

bablement pas dû à la nature hybride, ni à l'instabilité de la variété, mais qui doit être considéré comme de l'atavisme pur. Il s'agit des variations de bourgeons d'un grand nombre de nos variétés d'arbres et d'arbustes qui sont cultivées pour leur feuillage et propagées par greffe; cette méthode a probablement fourni presque toujours les nombreux échantillons de la même variété en partant d'un seul individu primitif aberrant.

Nous éliminons les variétés panachées, tachetées ou marquées de blanc et de jaune, parce que ce sont des types trop inconstants. Nous portons maintenant notre attention sur les variétés d'arbres à feuilles découpées comme le Cytise à feuilles de Chêne, la Vigne à feuilles de Persil et le Bouleau à feuilles de Fougère. Ici, le bord des feuilles est profondément échancré et divisé en nombreux segments; parfois le bord de la feuille est modifié, mais ailleurs la division peut aller plus loin et atteindre presque la nervure médiane, ce qui change la feuille simple en une feuille en apparence composée. L'anomalie peut même entraîner l'absence presque complète de tissu chlorophyllien et de la plus grande partie des nervures secondaires, comme dans le Hêtre à feuilles laciniées ou *Fagus sylvatica pectinata*.

Les variétés de cette sorte sont souvent aptes à retourner par bourgeons à la forme commune. Le Hêtre à feuilles laciniées n'y retourne parfois qu'en partie et les branches présentent souvent, sur le même rameau, des formes différentes de feuilles laciniées, ou analogues à celles de la Fougère, du Chêne ou d'autres plantes. Ce fait est simplement dû à la grande variabilité du degré de la découpe; il faut le considérer comme une fluctuation entre des extrêmes assez écartés qui semblent même renfermer la feuille du Hêtre commun. Ce n'est pas de la variation de bourgeons, car elle est très commune, alors que les vrais retours par bourgeons sont rares et ont la nature des sports qui apparaissent subitement et restent constants sur le même rameau.

On peut voir des phénomènes analogues de grande variabilité, accompagnant de véritables retours ataviques, sur la variété du Charme européen appelé *Carpinus betulus heterophylla*. Les feuilles de cet arbre très connu ont une forme

des plus variables. Darwin cite aussi plusieurs exemples dont une sous-variété de Saule pleureur à feuilles roulées en spirale; l'un de ces Saules, stable pendant trente-cinq ans, a porté ensuite un rejet simple et dressé à feuilles plates. Il existe aussi une variété bien connue de *Berberis* à fruits sans graines qu'on peut propager par boutures ou marcottes, mais qui, dit-on, retourne toujours à la forme commune et produit alors des baies ordinaires pourvues de graines. La plupart des cas signalés par Darwin ne sont cependant pas probants et on ne peut les admettre comme des preuves véritables d'atavisme, aussi longtemps qu'on ne connaît pas mieux les circonstances dans lesquelles ils sont apparus.

Les variétés d'arbres et d'arbustes à feuillage rouge ou brun produisent accidentellement des branches à feuilles vertes et retournent ainsi au type dont elles sont évidemment dérivées; on en a signalé dans le Noisetier, *Corylus Avellana* et l'espèce voisine *Corylus tubulosa*, dans le Hêtre rouge, le Bouleau brun et quelques autres variétés pourpres; on connaît même des Bananiers à feuilles rouges, dont les fruits n'ont pas de graines et ne peuvent par suite être propagés que par bourgeons, qui ont produit une variété verte à fruits jaunes. L'Hortensia de nos jardins est un autre exemple d'une forme stérile dont on a vu une branche couverte de cymes dont le centre présentait les petites fleurs staminées et pistillées normales du type sauvage, au lieu des larges corolles radiées et neutres de la variété. Les Saules pleureurs crispés, le Persil frisé et d'autres ont présenté des retours analogues.

Tous ces cas doivent être l'objet de recherches très minutieuses. Or, comme ils n'apparaissent qu'accidentellement, le biologiste doit être prêt à l'examen soigné de tous ceux qu'il observera. Bien des points de ce problème difficile pourront sans doute être résolus par cette méthode. Tout d'abord, il faudra savoir si le cas observé est bien de l'atavisme réel ou de l'atavisme apparent (hybride ou descendant impair d'un individu variable); en second lieu, il se peut que ce soit un cas normal du soi-disant atavisme des variétés instables dont nous parlerons dans une conférence prochaine. S'il est prouvé qu'il s'agit bien d'atavisme réel et

rare, il est indispensable de le décrire, de le dessiner ou de le photographier, s'il est possible, et de signaler la position exacte du bourgeon qui a fait retour. Il est très vraisemblable que les bourgeons dormants ou adventifs sont plus sujets au retour que les bourgeons primaires de l'aisselle des feuilles des jeunes rameaux. Les caractères de la branche atavique doivent être minutieusement comparés à ceux de l'ancêtre présumé; ils peuvent lui ressembler complètement ou en différer légèrement, comme on l'a affirmé dans quelques cas. L'atavisme peut être complet, ou bien plus ou moins incomplet.

Le point de beaucoup le plus intéressant de la question consiste en la transmission héréditaire des caractères ataviques par semis. Les semences récoltées sur les branches ataviques resteront-elles fidèles au caractère nouveau, ou retourneront-elles aux caractères de la plante mère? Donneront-elles toutes des plantules identiques ou bien des plantules des deux types, et alors, dans quelle proportion?

Il est bien étonnant que cette question ne soit pas encore élucidée alors que tant d'arbres portent des branches ataviques qui persistent pendant une longue série d'années; ou bien ces branches ne donnent pas de fleurs, ou bien, si elles fleurissent et donnent des semences, on ne prend pas le soin d'empêcher la fécondation croisée avec les autres fleurs de la même plante, ce qui enlève aux résultats toute valeur scientifique. Un large champ de recherches est ouvert à tous ceux qui veulent travailler avec les précautions scientifiques, car les vieilles branches ataviques sont de beaucoup moins rares que les nouvelles.

Enfin, il faut toujours envisager la possibilité que, dans une même variété, certains individus possèdent la tendance à donner des variations ataviques de bourgeons tandis que d'autres ne l'ont pas. J'ai déjà insisté sur ce point. Aussi l'étudiant pratique peut en déduire qu'un individu qui a produit une fois des bourgeons ataviques en donnera sans doute encore. Si on y ajoute l'idée que les bourgeons dormants sont plus aptes à faire retour que les jeunes bourgeons, on arrive à une méthode d'investigation plus complète qui consiste à employer la pratique de l'émondage. En

coupant les jeunes branches dans le voisinage des bourgeons dormants, on peut les exciter à jouer. Il ne faut évidemment pas s'attendre à ce que ce procédé les rende tous ataviques ; rien n'est moins sûr ; mais ce que l'on peut espérer, c'est la possibilité que certains d'entre eux seront amenés à varier dans la direction désirée.

Beaucoup de recherches scientifiques ne peuvent être résolues que par un travail long et pénible, dans des laboratoires bien outillés, et ne sont pas à la portée de tout le monde ; mais il y a d'autres problèmes qu'on ne peut étudier dans les stations les mieux installées, si l'occasion ne se présente pas et ces occasions se rencontrent beaucoup plus souvent dans les champs, les jardins, les parcs, les bois et les plaines, que dans les jardins expérimentaux relativement étroits de la plus grande institution. Quiconque a la bonne fortune de trouver des sports ataviques ne doit jamais laisser échapper l'occasion de faire des recherches dont les résultats peuvent être très importants pour lui-même et pour la science.

---

## SEPTIÈME CONFÉRENCE

### FAUX ATAVISME OU VICINISME

Vers le milieu du siècle dernier, Louis de Vilmorin montra qu'il était possible de soumettre les plantes aux méthodes alors en usage pour l'amélioration des races d'animaux domestiques; depuis cette époque, l'atavisme joue un rôle important dans tous les procédés d'amélioration de plantes. On le considère comme le plus grand ennemi des horticulteurs et on en parle, en général, comme d'un facteur défini qui limite et retarde leurs succès.

On n'a donné jusqu'ici aucune idée nette sur la nature véritable du phénomène observé et il semble même douteux qu'on puisse le désigner sous le nom d'atavisme. Duchesne employa ce mot, il y a plus d'un siècle, pour désigner les cas où les espèces et les variétés retournent spontanément, pour des causes internes inconnues, à certains caractères perdus depuis longtemps par leurs ancêtres. La définition de Duchesne était évidemment nette et utile, puisqu'elle soulevait pour la première fois l'idée de qualités latentes ou sommeillantes, antérieurement actives, qui attendent probablement pendant des siècles l'occasion de s'éveiller et de mettre au jour les caractères perdus.

On voit souvent des cas de retour dans les pépinières et surtout dans les plantations de fleurs, qui, dans les circonstances ordinaires, sont rarement tout à fait pures, mais offrent des individus ayant plus ou moins les couleurs et les formes des variétés parentes. Si ces individus variables n'étaient enlevés régulièrement, la variété tout entière perdrait bientôt ses caractères et son uniformité; elle retournerait à quelque autre type en culture dans le voisinage. Pour lutter contre l'atavisme dans les pépinières, il faut beaucoup

de soins et de travail ; c'est pourquoi ce facteur doit être regardé comme très important.

L'idée s'est présentée parfois à quelques personnes très versées dans l'amélioration des plantes que cet atavisme n'était pas dû à une tendance innée, mais presque toujours au croisement des variétés cultivées ensemble. C'est Verlot qui insista surtout sur ce côté de la question ; mais les sélectionneurs, en général, n'ont pas attaché une importance sérieuse à cette supposition, surtout à cause de la grande difficulté pratique que présente la préservation des lots considérables de l'espèce type contre le mélange avec d'autres variétés. Les abeilles et les bourdons volent de fleurs en fleurs et transportent le pollen d'une sorte à l'autre ; il faudrait donc espacer les lots à de grandes distances pour éliminer cette source d'impuretés. Malheureusement, les dispositions et les nécessités de la grande culture rendent impossible l'isolement des variétés parentes.

Au point de vue théorique, l'origine de ces impuretés est très importante. Si l'atavisme des horticulteurs est dû au croisement seul, il ne met nullement en cause la constance des variétés ; la croyance générale que les variétés se distinguent des espèces véritables par leurs retours multiples, que même ce retour est la seule distinction réelle entre les variétés et les espèces, doit disparaître.

Aussi ai-je fait de grands efforts pour déterminer les circonstances qui provoquent cette sorte d'atavisme ; j'ai visité un grand nombre des plus importantes pépinières d'Europe ; j'ai soumis leurs produits à des épreuves variées et fait quelques expériences sur les conditions inévitables de l'hybridation et sur ses effets dans les générations suivantes. Ces recherches m'ont conduit à cette conclusion que l'atavisme, tel qu'il est généralement décrit, est toujours ou presque toujours dû à l'hybridation et qu'on doit le considérer comme un faux atavisme.

L'atavisme vrai, ou retour causé par une tendance latente innée, paraît très rare et limité aux cas dont nous avons parlé dans notre dernière leçon. Puisque la définition donnée à ce terme par son auteur, Duchesne, est généralement admise dans les ouvrages scientifiques, il paraît préférable

de ne pas l'employer dans un autre sens, mais plutôt de lui substituer, en ce cas, un autre terme. Je propose le mot *vicinisme*, dérivé du mot latin *vicinus* ou voisin, pour indiquer la variation d'une variété sous l'influence d'une autre variété cultivée dans son voisinage. Employé de cette façon, ce terme a la même signification que le mot atavisme des sélectionneurs et il a l'avantage d'indiquer la vraie cause de la variation.

Il est bien connu que le mot variation est communément employé dans le sens le plus large. Aucun phénomène particulier ne peut être désigné sous ce nom, à moins que certaines restrictions préalables n'aient été faites. L'atavisme et le vicinisme sont tous deux des cas de variation, mais à significations complètement différentes. C'est pourquoi il est bon de faire ici un court exposé des sens généraux qui peuvent être donnés au mot variabilité. Ce terme implique tout d'abord la présence d'un grand nombre de formes et de types, sans tenir compte de leur origine; puis, il indique le processus du changement de ces formes. Dans le premier cas, il est presque identique au mot *polymorphisme*, ou richesse de formes, surtout lorsque ces formes sont elles-mêmes tout à fait stables ou même lorsqu'on ne veut nullement soulever la question de leur stabilité. Dans les ouvrages scientifiques, on l'emploie généralement pour désigner la présence de sous-espèces ou de variétés et il en est de même lorsqu'il s'agit des plantes cultivées. Une espèce peut renfermer des groupes plus ou moins étroits de ces unités absolument constantes et ne variant jamais si on empêche l'hybridation; néanmoins on peut la dire très variable. Le Pavot par exemple « varie » dans la taille et dans la couleur des feuilles et des fleurs; les fleurs peuvent être doubles et découpées; ses semences peuvent être blanches ou bleuâtres, les capsules, s'ouvrir spontanément ou rester closes, etc. Mais chaque variété particulière est absolument constante et ne se transforme jamais en une autre, lorsque les fleurs sont fécondées artificiellement et à l'abri de la visite des insectes. Il en est ainsi pour beaucoup d'autres espèces qui sont en même temps complètement stables et très variables.

On emploie souvent les termes variation et variétés en

parlant d'hybrides. En croisant des formes qui sont déjà variables dans le sens qui vient d'être indiqué, il est facile de multiplier le nombre des types. Par le croisement des formes pures, les différents caractères peuvent même être combinés de diverses façons; les combinaisons résultantes donnent des nouvelles variétés très souvent de grande valeur, mais il est évident que cette mode de variabilité est d'une toute autre nature que les variations de race pures. Beaucoup de variétés hybrides sont complètement stables et restent fidèles à leur type lorsqu'il n'y a pas croisements ultérieurs; beaucoup d'autres sont propagées artificiellement par la seule multiplication végétative et, pour cette raison, sont toujours trouvées constantes. Les variétés hybrides furent autrefois confondues avec les variétés pures et bien souvent nos connaissances sur leur origine sont tout à fait insuffisantes pour fournir des distinctions précises.

Il est évident pour les biologistes que la variation due au croisement et la variation pure sont des groupes de phénomènes absolument distincts, qui ne doivent jamais être réunis sous le même titre, ni sous le même nom.

Nous laissons de côté la polymorphie et nous pouvons maintenant discuter les variations qui consistent dans les changements eux-mêmes et non pas seulement dans leur résultat final. Il en existe deux catégories: la première renferme la variation habituelle, qui ne fait jamais défaut dans aucun groupe un peu considérable d'individus et détermine des différences qu'on trouve toujours entre les parents et leurs descendants ou entre les descendants eux-mêmes; on l'appelle communément « variation individuelle », mais ce terme aussi a encore d'autres sens et l'on a pris récemment l'habitude d'employer le mot « variation fluctuante ». Pour éviter la répétition du mot variation, on dit aussi « fluctuation ». Les fluctuations s'opposent aux soi-disant sports ou variations isolées, appelées souvent « variations spontanées », pour lesquelles je propose d'adopter le mot « mutations ». Elles sont très rares et regardées comme des sauts brusques et bien définis.

Enfin, nous devons considérer les formes qui varient plus qu'à l'ordinaire et paraissent fluctuer entre deux types extrê-

mes et opposés. Telles sont les variétés panachées, les variétés à fleurs striées ou tachetées, à fleurs doubles et aussi quelques autres anomalies; elles varient continuellement et retournent toujours d'un type à l'autre. Si pourtant nous prenons le groupe des extrêmes et de leurs intermédiaires comme un tout, ce groupe reste constant pendant les générations successives. Il nous donne une fois de plus un exemple de la réunion en apparence contradictoire d'une grande variabilité et d'une constance absolue. Autrement dit, les limites de la variation sont tout à fait définies et ces limites, dans l'ordre naturel des choses, ne sont jamais dépassées.

Nous devons en déduire par conséquent que le mot variation a un si grand nombre de sens divers qu'il ne doit jamais être employé sans explication. Rien n'est plus variable que le sens de mot variable lui-même. C'est pourquoi nous désignerons toutes les variations produites sous l'influence du voisinage par le nouveau terme spécial « vicinisme », qui indique toujours les effets d'un croisement.

Abandonnons cette discussion terminologique un peu longue et passons maintenant à la description du phénomène lui-même. En visitant, l'été, les plantations des horticulteurs et en examinant les grands lots de fleurs destinés à la semence, il est très rare de trouver un lot tout à fait pur; au contraire, la diversité des types est la règle. Chaque lot montre des plantes anormales, des fleurs rouges ou blanches parmi les plantes à fleurs bleues, des feuilles normales au milieu des laciniées, des fleurs simples parmi les doubles, etc... Les lots les plus curieux sont les variétés naines, qui, au milieu de centaines et de milliers d'individus petits et de même taille, montrent quelques échantillons de taille double; telle est la variété naine du Pied d'alouette, *Delphinium Ajacis*.

Les jardiniers sont occupés partout à détruire ces atavistes, comme ils les appellent; à la pleine floraison, ils les enlèvent et les jettent. Parfois le degré d'impureté est si grand que de gros tas de plantes arrachées de la même espèce couvrent les allées, comme je l'ai vu à Erfurt pour de nombreuses variétés de Capucine ou *Tropaeolum*.

Chaque variété est purifiée à l'époque où les caractères se

montrent avec la plus grande netteté. Pour les légumes, ce triage a lieu longtemps avant la floraison, mais, pour les fleurs, seulement à l'époque de l'épanouissement, enfin, pour les fruits, en général, après la fécondation. Il est inutile de montrer que ces différences entraînent des degrés très divers dans la pureté des semences.

Nous nous limiterons à l'étude des fleurs et nous chercherons le degré de pureté qu'on peut attendre après l'élimination des plantes anormales pendant la floraison. Il est évident que les couleurs et les formes des fleurs ne peuvent être nettement distinguées qu'après leur complet épanouissement. De plus, il est impossible de détruire chaque individu aberrant dès son apparition ; au contraire, le jardinier doit attendre que tous ou presque tous les individus de la même variété aient épanoui leurs caractères, parce qu'il peut seulement alors éliminer en une seule fois toutes les plantes divergentes. Malheureusement, les insectes n'attendent pas cette sélection ; ils fécondent les fleurs dès le début et le mal est déjà fait lorsque l'heure de l'inspection est arrivée. Les croisements sont inévitables et on récoltera nécessairement des graines hybrides dont le nombre peut être limité, soit par un arrachage précoce des *vicinistes*, soit par l'élimination des fruits précoces, avant le début de la récolte régulière, soit par d'autres moyens. Mais, d'ordinaire, il restera des impuretés.

Il paraît tout à fait inutile d'entrer dans plus de détails. Toutes les fois que la sélection n'est pas faite avant l'épanouissement des fleurs, il y aura des impuretés et même, si elle est faite avant cette époque, il pourra encore se produire des erreurs car, parmi les centaines et les milliers d'individus, il peut y en avoir un d'anormal qui ait échappé à l'observation.

Il faut en conclure que les graines de fleurs fournies dans le commerce ne sont presque jamais pures. Tout jardinier sait qu'il devra enlever les plantes aberrantes pour assurer la pureté de sa planche. J'ai fait l'épreuve de la pureté d'un grand nombre d'échantillons de graines achetées directement aux meilleurs marchands grainiers. La plupart étaient des mélanges, et les échantillons tout à fait purs furent très rares.

Par exemple, des graines d'un Muflier jaune, j'ai obtenu un individu rouge parmi une cinquantaine de jaunes; de la variété « Delila » de la même espèce, j'ai eu deux types rouges, un seul jaune et deux autres appartenant à la variété « Firefly ». Le *Calliopsis tinctoria* a deux variétés, en plus du type ordinaire, une à fleurs brunes et une avec des ligules tubulées; les semences de chacune de ces trois formes renferment d'ordinaire un petit nombre des autres. L'*Iris umbellata rosea* donne souvent quelques individus blancs et violets. La variété de Pavot « Swan », qui est une forme naine à fleurs doubles d'un blanc pur, renfermait quelques types à fleurs simples et quelques plantes à fleurs rouges, quoique les plantules eussent été obtenues de semences données comme pures. Ce ne sont là que des mélanges accidentels, puisque, après la sélection artificielle des échantillons, la famille devint de suite absolument pure et le resta pendant une série de générations, aussi longtemps que l'expérience fut continuée. Les semences d'arbres contiennent souvent de grandes quantités d'impuretés et les variétés laciniées de Hêtres, d'Aulnes et de Noyers ne se montrent fidèles que pour un petit nombre des plantules.

En ce qui concerne les variétés nouvelles ou récentes, les marchands grainetiers indiquent souvent à leurs clients le degré probable de pureté des semences offertes, afin d'éviter les réclamations. Ainsi la variété d'un blanc de Cygne de la Pâquerette double, *Bellis perennis plena*, fut offerte au début comme contenant jusqu'à 20 % d'individus à fleurs rouges.

Nombre de belles variétés sont signalées comme conservant leur pureté par semis, telles que la Rose Trémière à fleurs jaunes, essayée par Darwin. D'autres se montrent impures à un degré relativement élevé, comme on le sait bien, dans le cas du Hêtre à feuilles pourpres. Les semences du Hêtre lacinié donnent seulement 10 % de plantes laciniées; dans des expériences faites par Strassburger, les semences du Faux Acacia monophylle, *Robinia Pseud'Acacia monophylla*, n'ont donné que 30 % de plantules identiques au type. Les Frênes pleureurs retournent souvent à l'espèce dressée, les Aubépines rouges (*Crataegus*) sont parfois presque entièrement de l'espèce blanche et le Cornouiller à baies jaunes a été

signalé comme ayant donné de la même façon le *Cornus Mas* à baies rouges.

Les variétés doivent être débarrassées par sélection de toutes ces impuretés, puisque l'isolement est un moyen tout à fait impraticable dans les circonstances ordinaires. L'isolement est une nécessité scientifique qui ne devrait jamais être négligée dans les expériences, puisqu'il constitue la première et la plus importante condition pour les recherches exactes dans les questions d'hérédité et de variation. Mais si on cultive en grand des variétés parentes, dans un but commercial, il est impossible de les distribuer à des distances suffisantes les unes des autres pour empêcher la pollinisation croisée par la visite des insectes.

L'épuration doit être faite presque à chaque génération et les anciennes variétés doivent y être soumises aussi bien que les plus récentes. Il n'y a pas d'amélioration régulière, ni de progression lente dans le fait d'éviter des mélanges. La sélection continue est indispensable pour maintenir la race au degré de pureté exigé pour la vente, mais elle ne constitue pas une amélioration et ne devient jamais superflue. Cela prouve qu'il doit y avoir une source continue d'impuretés qui n'est pas détruite par la sélection; la sélection n'élimine que les individus mauvais.

Cette sélection est appliquée communément aux nouvelles variétés quand elles naissent accidentellement. On l'appelle alors « fixation », parce que les jardiniers croient que la sélection donne aux variétés le degré de pureté nécessaire. Cette croyance semble reposer surtout sur les observations des horticulteurs qui, nous l'avons vu, pratiquent rarement l'isolement. La plupart des variétés sont sans doute absolument pures dès leur apparition et le resteraient s'il était possible de les autoféconder, ce qui a rarement lieu dans la pratique. D'ordinaire, le sélectionneur se contente d'une amélioration lente qui peut être obtenue avec un minimum de frais; c'est la dépense qui le plus souvent nécessite la culture de la nouveauté dans la partie de la pépinière où croissent les plus anciennes variétés de la même espèce. Il faut trois, quatre ou cinq ans, pour purifier la nouveauté et, comme le même laps de temps est nécessaire aussi pour produire

des quantités suffisantes de semences pour le commerce, on ne cherche pas à écourter la période de sélection et de fixation. J'ai eu l'occasion de voir appliquer ce procédé à Erfurt, en Allemagne, à différentes nouveautés, telles qu'à une variété de couleur chamois de la Giroflée commune, à une variété bleue de *Clarkia elegans* et à un Pavot aux couleurs bizarres. Parfois la fécondation croisée est si complète que, dans la génération suivante, la nouveauté semble avoir totalement disparu.

Ces exemples suffisent pour donner une idée générale du phénomène que les jardiniers appellent atavisme et considèrent le plus souvent comme le résultat de quelque tendance innée à retourner à la forme ancestrale. C'est sur elle que repose la croyance très répandue d'après laquelle les variétés se distinguent des espèces par leur inconstance.

Je ne nie pas le phénomène lui-même; l'impureté des graines et des cultures est si générale, si évidente et si facile à mettre en évidence, que personne ne peut raisonnablement la nier. C'est un fait certain que les variétés retournent en général à leur espèce dans les conditions normales de la culture commerciale et je n'ai aucune raison pour dire que ce fait ne doit pas être regardé comme une différence essentielle entre les espèces et les variétés, puisque les vraies espèces ne se métamorphosent jamais l'une dans l'autre.

Mon objection porte seulement sur l'explication des faits observés. À mon avis, presque tous ces retours sont dus au croisement et c'est pour cette raison que j'ai proposé de les désigner par un nom distinct, celui de « vicinisme ». Les variétés, par suite de ces croisements spontanés, varient l'une dans l'autre, tandis que les espèces ne se croisent pas ou, si elles se croisent, produisent des hybrides d'une autre nature qui ne donnent pas l'impression de retours ataviques.

Je ne puis me contenter de proposer cette nouvelle conception sans donner les faits qui la confirment. Ces faits résultent d'expériences simples qui néanmoins ne sont pas très faciles à exécuter, puisqu'elles exigent qu'on s'assure avec le plus grand soin de la pureté des semences employées. On n'obtient de semences garanties que par des cultures

antérieures de plantes ou de groupes de plantes isolées, ou par la fécondation artificielle.

Ces conditions préliminaires étant établies, l'expérience consiste simplement à faire croître une variété à une distance de son espèce telle que les insectes n'y puissent en transporter le pollen. Puis, il faut récolter les semences dont on veut étudier les impuretés, les semer en quantité assez grande pour faire apparaître toute anomalie même faible et examiner les plantes à l'époque de la floraison.

L'Aster sauvage du bord de la mer, *Aster Tripolium*, nous servira d'exemple. Il a des ligules d'un violet pâle ou bleuâtre, mais il a donné naissance à une variété blanche qui, à l'épreuve, m'a paru stable par semis. Quatre individus de cette variété blanche furent cultivés à une distance de près de 100 mètres d'un grand lot de plantes de l'espèce bleuâtre. J'ai laissé la fécondation s'opérer par les abeilles, puis j'ai récolté séparément les graines des quatre plantes à fleurs blanches et j'en ai obtenu l'année suivante plus d'un millier de plantes en fleurs. Toutes étaient du blanc le plus pur, excepté une qui présentait des fleurons ligulés bleuâtres et avait fait un retour complet au type de l'espèce. Comme cette variété ne montre pas de retour lorsqu'elle est isolée, le sport était évidemment dû à quelque croisement de l'année précédente. J'ai fait aussi l'essai du *Polemonium ceruleum album*, fleuri dans le voisinage de l'espèce à fleurs bleues; la distance dans ce cas n'était que de quarante mètres. Sur deux cents graines, une seule donna un atavique ou plutôt un viciniste bleu, tandis que toutes les autres restèrent fidèles au type blanc. Le même fait fut observé dans la variété de Thym rampant à fleurs blanches, *Thymus serpyllum album* et dans la Brunelle blanche, *Brunella vulgaris alba* qui donnèrent jusqu'à 28 % de fleurs violettes sur à peu près 400 individus, après avoir été cultivés dans le voisinage immédiat de l'espèce parente. J'ai essayé beaucoup d'autres espèces, toujours avec le même résultat. Les plantes ataviques de cette sorte naissent seulement d'individus cultivés dans le voisinage des variétés parentes, jamais dans l'isolement. Ce ne sont pas de vrais ataviques, mais des vicinistes.

Pour mieux élucider la question, je fis une autre expé-

rience avec la Brunelle blanche. J'avais un lot de la variété à feuilles pennées dont les fleurs sont violettes et les tiges assez fortes; j'ai cultivé des plantes de la variété blanche placées, une à une, à des distances variables de 2 à 16 mètres du lot de fleurs bleues. Les semences de chaque plante furent récoltées et semées séparément, les graines des individus les plus rapprochés donnèrent 5 à 6 hybrides chacun; celles des plus éloignés, une plante à fleurs violettes seulement. Les chances de transport du pollen par les abeilles sont évidemment beaucoup plus grandes à de courtes qu'à de longues distances.

La même méthode peut donner naissance à des hybrides vrais entre espèces et, puisqu'il est alors impossible de les attribuer à une tendance innée au retour, ils prouvent d'une manière absolument irréfutable que le pollen est souvent porté par les insectes d'un lot de plantes à un autre. J'ai obtenu de cette façon un hybride entre le *Polemonium caeruleum* commun et l'espèce parente *Polemonium dissectum*, qui, distants de 100 mètres, ont fourni deux hybrides sur une centaine de semences d'individus purs. Le pollen du Radis sauvage, *Raphanus Raphanistrum*, fut transporté à une distance semblable sur son parent *Raphanus caudatus* qui, l'année suivante, m'a donné quelques très jolies plantules hybrides. On peut citer aussi un Haricot hybride de *Phaseolus nanus* et de *Phaseolus multiflorus* et quelques hybrides de la Chrysanthème jaune, *Chrysanthemum segetum*, avec l'espèce voisine, *Chrysanthemum coronarium* ou Chrysanthème œil-de-bœuf; ces hybrides se formèrent spontanément dans mon jardin entre des parents cultivés aux distances indiquées plus haut.

Il est inutile de donner plus de détails sur ces expériences; il suffit de dire que des croisements accidentels entre espèces apparaissent souvent et qu'il est facile de les reconnaître comme tels. On ne peut les confondre avec les cas d'atavisme et par conséquent ils prouvent que des croisements analogues peuvent se produire aussi entre les variétés de la même espèce, si on les cultive à peu de distance, à quarante, cinquante mètres ou même davantage. Le vicinisme par conséquent peut jouer dans toutes les cultures

analogues un rôle suffisant pour expliquer toutes les impuretés observées dans les pépinières ou dans les échantillons de semences du commerce.

Toute cette discussion est limitée naturellement aux espèces qui sont visitées par les insectes et à celles dont la fécondation dépend de ces visites. La plupart de nos fleurs de jardin appartiennent à cette catégorie. Dans le cas contraire, on doit s'attendre à trouver des semences et des cultures pures, quelle que soit la distance qui sépare les variétés voisines; il en est ainsi pour les Pois, qui sont, on le sait bien, auto-fécondés et aussi pour l'Orge. L'une des plus curieuses variétés anormales de cette céréale, l'Orge du Népaül, possède de petites fleurs adventices sur la glumelle externe. C'est une sorte très ancienne et très répandue qui reste toujours fidèle par semis et qui a été soumise à des expériences répétées dans mon jardin. Les épillets de cette plante curieuse ont une seule fleur entourée de deux glumes linéaires ou bractées externes. Des deux bractées internes ou glumelles, l'extérieure a une pointe trilobée, d'où le nom de variété *Hordeum vulgare trifurcatum*; le lobe médian de la pointe est oblong, creux et couvre une petite fleur surnuméraire insérée à sa base; les deux lobes latéraux sont plus étroits, parfois linéaires et souvent prolongés en une barbe qui est généralement tournée de côté vers le rachis de l'épi. Le lobe médian porte parfois deux épillets à sa base quoique, en général, il n'y en ait qu'un seul, qui même peut être incomplet.

Je puis encore donner un exemple tiré de mes propres essais. Une variété de l'Enothère bisannuelle présentant des pétales étroits fut, un jour, trouvée par un de mes fils dans un champ inculte près d'Amsterdam. Elle n'y était représentée que par un seul individu qui a fleuri au milieu d'un grand nombre de pieds de la forme ordinaire à pétales larges. Or les Enothères ouvrent leurs anthères le matin, se fécondent pendant le jour et n'ouvrent leurs belles fleurs que le soir, après que la pollinisation est accomplie. Elles attirent alors les papillons de nuit, comme les *Agrostis* et les *Plusia*, par leurs couleurs vives, leur douce odeur de miel et leur nectar. Puisque la pollinisation est accomplie bien avant l'ouverture

des fleurs, les croisements sont rares et les semences restent pour la plupart fidèles au type parent. Les graines de l'unique plante trouvée par mon fils furent semées à part, dans mon jardin, et produisirent exclusivement des fleurs ayant les pétales linéaires étroits de la plante mère. Bien que j'aie obtenu une centaine d'individus portant des milliers de fleurs, je n'ai trouvé aucun cas de retour qui, du reste, aurait été immédiatement observé, s'il s'était présenté, car l'hybride de la forme cruciée et de la forme normale donne des fleurs qui ne sont pas intermédiaires, mais portent les larges pétales de l'*O. biennis*.

Nous pouvons maintenant passer à un autre côté de la question, celui de la disparition de la variété peu de temps après son introduction dans une nouvelle contrée, ou même plus tard. L'exemple le plus connu est celui du Maïs américain, introduit dans le pays de Bade, que signale Metzger. Darwin l'a présenté ensuite comme un cas remarquable de l'action directe et prompte du climat sur une plante; depuis, on l'a considéré comme un retour au type ancestral médiocre, retour inévitable d'après Wallace, lorsque la nouvelle variété a été produite rapidement. Nous savons aujourd'hui que ces retours sont dus à des croisements spontanés avec la forme ancienne et qu'en général ces hybrides ne sont pas intermédiaires entre les formes croisées, mais ont les caractères de la plus ancienne forme.

Grâce aux découvertes récentes, l'observation de Metzger devient un cas typique de vicinisme; il s'est produit avec le Maïs *Tuscarora* de Saint-Louis, variété qui a de gros grains blancs et plats. Ce Maïs fut introduit, vers 1840, dans le duché de Bade, en Allemagne, et cultivé par Metzger. La première année, il fut fidèle au type et s'éleva à 12 pieds de haut, mais la saison ne permit pas aux graines de mûrir normalement. Un tout petit nombre seulement put être récolté avant l'hiver. Les plantes, issues de ces semences l'année suivante, furent complètement différentes; elles étaient de taille plus petite et avaient des grains arrondis et plus colorés. Elles fleurirent aussi plus tôt et mûrirent bon nombre de leurs grains. La dépression externe du grain avait presque complètement disparu et la couleur blanche

initiale était devenue plus sombre. Quelques-uns même étaient jaunes et leur forme arrondie les rapprochait du Maïs européen commun. C'était évidemment des hybrides, présentant le caractère de la plante ayant fourni le pollen c'est-à-dire du Maïs ordinaire cultivé aux alentours. L'observation de l'année suivante le montra clairement, car dans la troisième génération on ne trouvait plus de caractères de l'espèce, très distincte, originaire de l'Amérique. Si nous admettons que seuls, les grains qui retournaient au type européen précoce, ont mûri et que ceux qui restaient fidèles au type très tardif américain ne pouvaient atteindre leur maturité, les faits deviennent très compréhensibles, sans qu'il y ait lieu de supposer l'intervention d'un autre facteur actif que le vicinisme. Ce facteur était inconnu à l'époque de Metzger et de Darwin et il paraît aujourd'hui avoir été complètement négligé. Il est inutile de supposer des tendances innées à la variation ou des influences modificatrices dues au climat pour expliquer les faits.

Ce qui nous étonne le plus dans cette observation, c'est la rapidité du changement et le peu de temps nécessaire pour que les produits du croisement accidentel aient pu supplanter complètement le type introduit. Dans la conférence sur la sélection des espèces élémentaires, j'ai décrit des exemples analogues, entre autres, celui de l'Avoine sauvage ou *Avena fatua* qui se substitue rapidement à l'Avoine cultivée dans les mauvaises années en certaines parties des champs. Il en fut de même dans les expériences de Risler avec le blé « Galland » et les observations de Rimpau sur le « Blé de Rivett barbu ».

Avant d'abandonner la question du vicinisme et de ses rapports avec la croyance générale à l'instabilité des variétés qui, lorsqu'on les cultive avec soin, se montrent tout à fait stables, il est bon de considérer le phénomène à un autre point de vue. Ce que nous savons actuellement des effets du croisement des variétés nous permet de formuler quelques règles générales qui peuvent être employées à calculer et, en quelque sorte, à prévoir la nature des impuretés qui accompagnent forcément la culture simultanée d'espèces parentes. Ce mode de culture étant presque toujours employé dans

les grandes pépinières, nous devons, par cette discussion, arriver à une connaissance plus scientifique des phénomènes de vicinisme décrits jusqu'ici.

Le cas le plus simple consiste en la culture, dans le voisinage de l'espèce, d'une variété régressive dérivée de cette espèce. Si l'on cultive, par exemple, les variétés naines dans le voisinage du type plus élevé, les variétés blanches dans celui des espèces à fleurs rouges ou bleues, ou les formes inermes près des plates-bandes des espèces épineuses, les abeilles et les bourdons, les papillons et les phalènes volent de fleur en fleur, récoltent le miel et transportent le pollen. Je les ai vus fréquemment passer les limites des plates-bandes voisines. Chargés du pollen de la variété, ils visitent les fleurs des différentes espèces et en imprègnent le stigmate; puis, retournant à la variété, ils produisent des croisements inverses. On obtiendra dans les deux cas des graines hybrides qui feront partie de la récolte. Quelle sera la nature de plantes qui naîtront de ces graines hybrides? En règle générale, nous pouvons établir d'abord que les hybrides provenant des deux combinaisons seront à peu près semblables; en second lieu, ils ne seront pas intermédiaires, car le caractère de l'un des parents prévaut à l'exclusion presque complète de l'autre; enfin, le caractère le plus ancien l'emportera sur le caractère plus récent.

Par conséquent, le rejeton hybride aura en général le caractère de l'espèce et ne pourra en être distingué ou ne montrera que des différences qui échappent à l'observateur ordinaire. Si l'hybride est dans les semences de la variété, il se trahira de lui-même dès que les caractères différentiels seront déployés. Parmi les milliers de plantes en fleurs d'une variété blanche, les hybrides attireront immédiatement les yeux par leurs corolles rouges ou bleues. Le mélange de graines hybrides avec les graines de l'espèce donnera un résultat entièrement opposé; ici, aucune différence ne paraîtra, même à la pleine floraison; l'effet du croisement spontané passera inaperçu; le lot, s'il est pur la première année, semblera s'être conservé dans le même état. En d'autres termes, les croisements spontanés inévitables modifieront la pureté de la variété dès la seconde année,

tandis qu'ils n'auront pas, en apparence, changé le moins du monde l'uniformité de l'espèce. L'effet direct de la visite des insectes, évident dans le premier cas, passe inaperçu dans le second.

Il paraît en résulter que les croisements spontanés sont pernicieux pour les variétés et inoffensifs pour les vraies espèces; il en serait ainsi, s'il n'y avait pas de sélection. Mais il est facile de voir que la sélection conduit à un résultat tout opposé; car, lorsqu'on examine les plates-bandes à l'époque du déploiement complet des caractères de la variété, les hybrides évidents sont éliminés tandis que les hybrides mélangés à l'espèce seront nécessairement épargnés parce qu'ils y sont cachés par leur ressemblance. Donc, les semences de la variété peuvent être purifiées presque complètement, tandis que celles de l'espèce renferment des graines hybrides; les semences de l'espèce renferment même les graines nées dans les croisements spontanés et nombreux de la plante pure avec les rares hybrides en mélange.

Quelles seront donc, dans les générations suivantes, les conséquences visibles de la présence de certains hybrides invisibles dans la première génération? Par opposition avec les effets directs qui viennent d'être décrits, nous les appellerons effets indirects du vicinisme. Pour les apprécier, il nous faut apprendre à connaître comment se comportent des semences hybrides de première génération.

Dans une de nos prochaines conférences, nous examinerons les lois, connues sous le nom de Lois de Mendel, qui établissent des relations numériques entre les descendants d'un croisement, mais actuellement ces relations numériques n'ont qu'une importance secondaire. Ce qui nous intéresse, c'est le fait que des hybrides de variétés ne restent pas stables dans la génération suivante; ils se dissocient; une partie de leur descendance conserve seule sa nature hybride, l'autre retourne aux parents purs.

On ne pourra le voir toutefois que sur les individus qui reprennent le caractère de la variété, tous les autres resteront en apparence fidèles au type de l'espèce. Il est maintenant facile de prévoir ce qui doit arriver dans la seconde génération, si l'on suppose que la première génération qui

suit le croisement n'est plus soumise à de nouvelles influences vicinistes, ni à des croisements avec d'autres variétés voisines.

Nous pouvons nous limiter tout d'abord aux semences des hybrides qu'on ne voit pas. Ils reproduiront pour la plupart les caractères de leurs parents et resteront donc cachés. Mais un petit nombre prendra les caractères de variété et donnera par exemple des fleurs blanches dans une plate-bande de fleurs bleues. L'effet indirect du croisement spontané se retrouvera donc dans l'espèce, avec les mêmes caractères que ceux de l'effet direct dans la variété, mais il n'apparaîtra qu'un an plus tard et les vicinistes seront alors éliminés par la sélection.

Cette élimination ne donne évidemment qu'une pureté partielle. Les plantes observées seront détruites, mais il restera un nombre plus considérable encore d'hybrides cachés par leur ressemblance avec le type général qui reproduiront les mêmes phénomènes l'année suivante. Ainsi, tandis que la variété peut être débarrassée chaque année des impuretés de l'été précédent, l'espèce continue à les conserver pendant un grand nombre d'années et il peut se faire qu'on ne puisse pas les éliminer.

On dit souvent que les variétés blanches d'espèces colorées sont les plus stables de toutes les races horticoles, qu'elles sont au moins aussi constantes et même plus constantes que l'espèce. Il est facile dans l'état actuel de nos connaissances de donner l'explication de cette expérience générale. La sélection élimine chaque année l'effet des croisements spontanés de la variété qu'on peut ainsi rendre à peu près pure, mais cette méthode est incapable de produire les mêmes effets pour l'espèce à cause des hybrides cachés.

Les explications données dans ce cas simple peuvent être appliquées au cas du croisement naturel par les insectes de différentes variétés de la même espèce qui croissent l'une à côté de l'autre.

Il serait trop long de signaler toutes les observations de détail qu'on peut faire dans la nature et dans les jardins. Je veux seulement montrer que, les variétés différant principalement de leurs espèces par l'absence de quelque caractère

saillant, une variété peut être définie par l'absence de couleur dans les fleurs, une autre par l'absence de poils, une troisième par son nanisme, etc. Chaque caractère peut être étudié séparément dans ses effets sur la descendance du croisement. Il est par conséquent facile de voir que les hybrides de deux variétés pourront ne ressembler à aucun de leurs parents, mais retourner à l'espèce mère. Or, c'est nécessairement le cas le plus fréquent, puisque c'est toujours le caractère le plus ancien ou positif qui prévaut dans les hybrides, alors que le caractère plus récent ou négatif reste caché. Ainsi, le croisement d'un Pied d'alouette bleu et nain avec la variété de haute taille à fleurs blanches donnera un hybride élevé à fleurs bleues qui porte les deux caractères essentiels de l'espèce.

D'après cela, il est facile de prévoir le résultat de croisements spontanés dans une grande série d'exemples et par suite de trouver une explication des innombrables cas de variation et de retour qui dépendent du vicinisme. Les étudiants n'ont qu'à retenir que les caractères de l'espèce l'emportent sur ceux de la variété et que chaque caractère rivalise seulement avec son propre antagoniste, c'est-à-dire, qu'on ne peut s'attendre à voir la couleur blanche des fleurs se substituer à la pubescence des feuilles.

Pour terminer, je vais montrer un autre danger que le principe du vicinisme permet d'éviter. Comment pouvons-nous nous assurer qu'une plante que nous voyons dans un jardin avec tous les caractères de l'espèce est un fidèle représentant de l'espèce et non un hybride? Les caractères visibles sont les mêmes dans les deux cas. On pourrait peut-être par un examen attentif trouver parfois de légères différences, car certains caractères ne sont pas aussi complètement développés dans l'hybride que dans l'espèce; mais, s'il n'en est pas ainsi ou si l'on n'a pas l'occasion d'en faire une étude plus complète, on peut facilement prendre un hybride pour un exemplaire de la race pure. Récoltons-en les semences et semons-les; si nous n'avons pas supposé que la plante puisse être un hybride, nous serons étonnés de trouver dans sa descendance quelques individus d'un type complètement différent et nous serons conduits à con-

clure que nous observons un changement brusque dans les caractères, ce qu'on appelle ordinairement un sport ; en d'autres termes, nous pouvons penser que nous assistons à la naissance d'une nouvelle variété. Si, au contraire, nous nous sommes familiarisés avec le principe du vicinisme, nous ne ferons pas cette déduction et nous considérerons l'hypothèse d'une origine hybride ; mais il est évident qu'autrefois, alors que ce principe n'était pas encore connu, ni même soupçonné, on a dû faire bien des erreurs. Beaucoup de cas qui jusqu'ici ont été considérés comme des preuves certaines de la variation dite spontanée ne sont en fait que des exemples de vicinisme pur.

Parmi les exemples décrits de sports, il y en a beaucoup qui ne peuvent résister à cette critique et si, dans certains cas, le croisement peut être envisagé comme une explication possible, les preuves sur lesquelles s'appuient les autres exemples ne suffisent pas pour en écarter l'hypothèse. Bien des arguments, considérés autrefois comme excellents, ont perdu leur valeur dans cette épreuve.

Revenons à notre point de départ. Nous pouvons maintenant affirmer que des retours fréquents à un type spécifique permettent de regarder la forme qui les présente comme une variété de cette espèce ; ces retours ne sont pas la conséquence de tendances innées, mais résultent bien de croisements spontanés qu'on n'a pas remarqués.

---

## HUITIÈME CONFÉRENCE

### CARACTÈRES LATENTS

Aucun être ne montre tous ses caractères simultanément; bon nombre d'entre eux sommeillent et attendent une période d'activité. Il en est pour lesquels la période arrive régulièrement; il en est d'autres dont l'éveil dépend des agents externes et qui, par suite, n'apparaissent qu'irrégulièrement. Les premiers correspondent à des différences d'âge, les seconds renferment les réactions des plantes à divers facteurs, parmi lesquels il faut placer les mutilations.

On peut donner, par quelques exemples, une idée précise de cette notion générale de caractères latents. On n'observe des cotylédons que sur les graines et les plantules; la faculté de les produire disparaît plus tard, c'est-à-dire pendant presque toute la durée de vie de la plante. Pourtant les mêmes cotylédons réapparaissent à chaque génération nouvelle de semences et il faut bien admettre que cette qualité est mise en jeu de temps en temps.

Les premières feuilles qui succèdent aux cotylédons diffèrent, dans beaucoup d'espèces, des feuilles ordinaires et, dans certains cas de réduction, les différences sont très accusées. Souvent aussi la plante adulte n'a plus de feuilles qui sont remplacées par des pétioles aplatis, comme dans les Acacias, ou par des épines, des tiges et des rameaux verts, comme dans l'Ajonc épineux ou *Ulex europæus*, alors que les premières feuilles sont plus ou moins différenciées, pennées dans le premier exemple et formées de trois folioles dans le second. Cette curieuse particularité qui est fréquente rapproche les jeunes plantes de leurs espèces voisines plus qu'elles ne paraissent l'être à l'état adulte; elle indique que

L'état parfait des feuilles est latent pendant toute la vie à l'exception de la période de première jeunesse.

L'arbre à gomme d'Amérique, *Eucalyptus globulus*, a, pendant les premières années de sa vie, des feuilles opposées et largement sessiles qui disparaissent ensuite et sont remplacées par des organes foliacés, en forme de faucille, irrégulièrement distribués en apparence sur les branches. Les caractères de l'arbre jeune existent à l'état latent pendant la période adulte; la preuve peut en être donnée artificiellement en coupant la couronne complète de l'arbre; le tronc réagit en produisant de nombreuses branches nouvelles qui prennent les caractères des jeunes plantes, c'est-à-dire des feuilles sessiles et opposées.

Il semble tout à fait inutile d'insister sur ces faits qui sont familiers à tout étudiant. Il est presque certain que chaque caractère a sa période d'activité et d'inactivité; bien des fleurs et des fruits en offrent des exemples. On peut ajouter cependant que presque chaque partie de la plante semble posséder la qualité de produire tous ou presque tous les caractères de l'individu auquel elle appartient; c'est ce que démontre la formation presque générale de bourgeons adventifs qui, une fois formés, peuvent se développer en rameaux à feuilles ou à fleurs et porter des racines. On peut même les séparer des plantes et les employer comme boutures qui reproduisent la plante entière. Nous devons donc en conclure que tous les tissus qui possèdent le pouvoir de produire des bourgeons adventifs cachent, à l'état latent, les divers caractères présentés par l'individu durant toute sa vie.

Les bourgeons adventifs peuvent provenir de cellules spécialisées, telles que celles du bord des feuilles du *Bryophyllum calicinum*, ou des cellules de tissus particuliers comme l'épiderme des Bégonias; on peut en provoquer la sortie par des blessures faites dans presque chaque partie de la plante, pourvu qu'il se forme des tissus spéciaux ou callus capables de cicatriser la blessure. Le meilleur exemple est celui des Ormes et des Maronniers d'Inde; si on abat l'arbre entier, le tronc essaie de réparer la blessure par la production entre le bois et l'écorce de petites granulations qui se soudent graduellement en grossissant. Sur ce nouvel anneau de

matière vivante naît un nombre considérable de bourgeons qui se développent en branches feuillées et montrent nettement que le vieux tronc possède à l'état latent toutes les qualités de la couronne de l'arbre. En fait, on utilise les souches blessées pour la production de taillis et de haies.

Tous les cas de latence signalés jusqu'ici ont ceci de commun qu'ils peuvent devenir actifs pendant toute la durée de la vie de n'importe quel individu. On peut les désigner sous le nom de type ordinaire de latence.

Il existe, en outre, une autre forme de latence qui ne se montre que très rarement ou même pas du tout. C'est la latence systématique que l'on peut regarder comme une qualité particulière aux espèces et aux variétés, alors que la latence ordinaire est une qualité des individus. De même que la latence individuelle peut n'apparaître que de temps en temps durant la vie d'une plante donnée, de même la latence systématique peut ne devenir active qu'à certaines époques de l'existence complète de la variété ou de l'espèce. Elle n'a pas de période régulière d'activité et ne peut être éveillée par des excitations artificielles. Elle ne sort de sa torpeur que très rarement et toujours spontanément. On en a décrit des exemples sous le nom d'atavisme dans les conférences précédentes; leur existence ne laisse plus aucun doute.

La latence systématique explique les cas innombrables dans lesquels l'espèce a perdu des caractères définis, présents d'ordinaire soit dans les végétaux en général, soit dans le groupe ou la famille à laquelle la plante appartient. Ainsi, nous expliquons la présence de l'Orobanche, ou quelque autre parasite décoloré, dans les familles de plantes à feuilles vertes, en admettant qu'ils ont perdu leurs feuilles et leur couleur verte. La disparition de ces caractères ne correspond évidemment pas à une perte véritable, mais seulement à un état de latence, qui même n'est pas complète puisque de petites écailles nous rappellent les feuilles et que des traces de chlorophylle existent encore dans les tissus. Tout botaniste praticien en connaît bien d'autres cas.

Admettons que des caractères ont pu exister, puis devenir latents, que ce processus est d'une fréquence universelle dans tout le règne végétal et animal; cherchons maintenant à

acquérir une notion plus précise et plus claire des différences existant entre les espèces et les variétés.

Nous devons pour cela prendre une idée d'ensemble de l'évolution complète du règne végétal. Il est évident que les plantes supérieures ont un nombre de caractères plus considérable que celles des groupes inférieurs, caractères qui ont été acquis de diverses façons dans les temps passés. On peut désigner cette évolution sous le nom de processus de l'amélioration ou encore d'évolution progressive. A cette progression s'oppose la perte ou la latence de caractères que l'on doit appeler alors évolution régressive ou rétrograde. Enfin, il y a encore un troisième cas possible; un caractère latent peut reprendre son activité, réapparaître à l'état actif et devenir une fois de plus un caractère important de l'ensemble de l'organisation. Ce processus, qui doit être désigné sous le nom d'évolution dégressive, complète évidemment la série des modes généraux de l'évolution.

Tout progrès de la nature vivante dépend de l'évolution progressive. Dans les différentes parties du règne végétal et même dans les différentes familles, cette progression se fait dans différentes directions; elle détermine ainsi une divergence toujours croissante entre les divers groupes; toute variation est un progrès et il en a fallu beaucoup pour produire les plantes à fleurs en partant de l'algue unicellulaire la plus simple.

L'évolution régressive est liée et très intimement rattachée à cette progression. Elle est également universelle et peut être toujours active. Aucun grand changement ne s'est produit sans l'acquisition de nouvelles qualités et la réduction simultanée d'autres qualités à l'état de latence. On en trouve des exemples partout; les genres dialypétales *Pyrola*, *Ledum* et *Monotropa*, parmi les Bruyères gamopétales, en donnent de remarquables. L'évolution complète des Monocotylédones, en partant des ordres les plus inférieurs des Dicotylédones, implique la perte apparente de la croissance cambiale et de beaucoup d'autres qualités. Pour les Aroïdées, depuis le *Calamus Acorus* à fleurs petites mais complètes, jusqu'à la Lentille d'eau (*Lemma*) presque complètement réduite, une série presque ininterrompue de formes intermédiaires montre partout

l'existence simultanée de l'évolution progressive et de l'évolution régressive.

L'évolution dégressive est beaucoup moins commune; elle n'est pas aussi facile à reconnaître, quoiqu'elle soit sans doute fréquente. On l'appelle généralement atavisme, ou plutôt atavisme systématique, et les exemples les plus nets sont ceux dans lesquels une qualité, latente dans la plus grande partie des individus d'une famille ou d'un groupe, devient évidente dans l'un de ses membres. Les inflorescences des Crucifères manquent ordinairement de bractées; on les rencontre cependant dans certains genres; l'*Erucastrum Pollichii* est peut-être le cas le plus connu et on peut en citer facilement d'autres.

Pour notre étude spéciale, nous ne devons prendre que les cas les plus simples qui peuvent être l'objet d'expériences. Les grandes lignes de l'évolution de familles entières ou de genres, et même d'un grand nombre de grosses espèces, sont évidemment en dehors des limites de l'observation expérimentale. Elles dérivent de l'histoire des ancêtres des types actuels, histoire que l'homme ne peut répéter. Nous devons donc nous limiter à l'étude des types les plus récents et n'examiner que les différences les plus légères, car il est évident que celles-ci doivent être groupées sous les mêmes titres que les différences plus grandes et plus anciennes. Les plus grandes étapes sont manifestement composées d'étapes plus petites faites dans la même direction.

Ainsi, nous pouvons en conclure que les étapes, même les plus faibles, de l'évolution des plantes que nous sommes capables d'observer, peuvent être divisées en progressives, régressives et dégressives. L'acquisition d'une seule qualité nouvelle est l'étape la plus simple dans la voie progressive, la mise en latence ou en réactivité de la même qualité sont les prototypes des deux autres classes. Ce point de vue théorique étant établi, il reste à chercher comment il s'accorde avec les divers faits examinés dans les conférences précédentes et comment il peut être utilisé dans nos discussions ultérieures.

Il est évident que les différences établies antérieurement, soit entre les espèces élémentaires et les variétés, soit entre

les variétés positives et les variétés négatives, sont en complet accord avec nos idées théoriques ; car nous avons vu que la variété peut toujours être regardée comme dérivée de la perte apparente de quelque qualité de l'espèce ou de la reprise d'une qualité qui est présente et visible dans les espèces alliées. Dans notre exposé des faits, nous nous sommes limité naturellement aux traits observables du phénomène sans donner d'autres explications. Mais pour mieux étudier et mieux comprendre un ensemble de faits plus considérable, il est nécessaire d'approfondir la nature véritable des causes en jeu.

Nous allons donc essayer de montrer que les espèces élémentaires se distinguent les unes des autres par l'acquisition de qualités nouvelles et que les variétés dérivent de leur espèce, soit par la mise en latence d'un ou de plusieurs caractères, soit par la mise en activité de caractères latents.

Nous rencontrons ici une grande difficulté. Jusqu'à présent, les variétés et les sous-espèces n'ont jamais été clairement définies ; du moins, quand elles l'ont été, ce ne fut pas par des recherches expérimentales, mais seulement par des recherches morphologiques. Or les exigences de ces deux grands moyens d'étude sont évidemment très différentes. Les études morphologiques ou comparées nécessitent la possession d'un matériel type d'après lequel on peut facilement dire si certains groupes d'animaux et de plantes doivent être décrits ou dénommés comme espèces, sous-espèces ou variétés. Pénétrer la nature intime des différences est impossible le plus souvent ; il faut, cependant, prendre une décision. La méthode expérimentale dispose d'un temps plus considérable et procède lentement ; les expériences durent ordinairement des années et l'on ne peut conclure qu'après des essais longs et souvent pénibles. Il est inutile de se livrer à une discussion sérieuse avant que tous les points douteux soient éclaircis. Il subsiste naturellement des incertitudes sur de grands groupes de faits qui attendent des recherches plus complètes et le professeur est obligé de s'appuyer seulement sur le petit nombre de cas étudiés complètement. Ce sont les seuls guides sûrs et il paraît bien préférable de s'y fier et de les utiliser pour établir des notions

précises qui doivent nous aider à indiquer les lignes de recherches encore ouvertes.

Laissons donc de côté toutes les divisions et définitions provisoires d'espèces et de variétés adoptées par le grand classificateur Alphonse de Candolle et essayons maintenant de donner les preuves de notre hypothèse en utilisant seulement les cas complètement étudiés.

Nous pouvons passer de suite aux variétés régressives ou négatives. Les arguments en faveur de l'hypothèse que les espèces élémentaires doivent leur origine à l'acquisition de nouvelles qualités seront exposés dans les conférences suivantes, lorsque nous aurons examiné les preuves expérimentales qui les concernent.

Il y a trois grands groupes de faits sur lesquels repose l'hypothèse de la latence des caractères dans les variétés ordinaires; ce sont l'atavisme vrai, la perte incomplète des caractères et les affinités systématiques. Avant de les examiner séparément, il n'est pas mauvais de rappeler une fois de plus que, dans les conférences antérieures, nous avons considéré la perte apparente comme une modification négative.

Les cas d'atavisme de bourgeons fournis par la variété blanche du *Ribes sanguineum*, par les Pêchers et les Brugnonniers, par plusieurs Conifères tels que le *Cephalotaxus* et le *Cryptomeria* et bien d'autres analogues tendent à prouver qu'il existe entre ces formes des relations de variété à espèce. On peut faire deux hypothèses : ou bien la variété diffère de l'espèce par la perte totale du caractère différentiel, ou bien ce caractère est seulement réduit à l'état inactif ou latent. Comme le caractère réapparaît de temps en temps et avec toutes les particularités secondaires de la qualité de l'espèce, on peut y voir une preuve manifeste qu'il existe quelque relation entre le caractère perdu et le caractère repris. Cette relation ne peut évidemment s'expliquer dans l'hypothèse d'une disparition absolue; il doit être resté quelque chose du caractère ancien qui a permis de le restaurer.

Nous terminerons cette longue discussion en citant deux exemples de plantes qui montrent, non pas seulement la réacquisition de l'ensemble des caractères d'un état antérieur, mais bien la reprise partielle de caractères spéciaux qu'elles

ont eus auparavant et qu'elles ont perdus en apparence. Ils sont fournis par l'Œillet en épi de blé et par certains Dahlias verts que j'ai observés tous deux depuis longtemps dans mes propres cultures.

On trouve parfois, dans de grandes planches d'Œillets, des plantes qui présentent une anomalie très curieuse; elles ne portent pas de fleurs, mais à leur place de petits épis verts rappelant les épis du blé, d'où leur nom d'Œillets « Wheat ear ». Une étude approfondie montre aisément leur origine; les fleurs normales des Œillets sont garnies à leur base d'un petit nombre de bractées opposées par paires et constituant par suite quatre rangées. Dans la variété en épis, la fleur est supprimée et cette absence est accompagnée de l'augmentation corrélative du nombre des paires des bractées. Il en résulte des épis carrés ou têtes quelque peu allongées, formés seulement des bractées verdâtres. La variété n'ayant pas de fleurs est tout à fait stérile et comme les horticulteurs ne la regardent pas comme une amélioration de l'Œillet ordinaire qui a des couleurs vives, elle est rarement multipliée par boutures. Malgré cela, elle apparaît de temps en temps; elle a été rencontrée en différentes régions et à diverses périodes, et, ce qui a une grande importance pour nous, dans différentes familles d'Œillets. Quoique stérile et détruite chaque fois qu'elle prend naissance, elle est connue depuis plus de deux cents ans, car elle fut décrite, au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, par Volckamer et plus tard par Jaeger, de Candolle, Weber, Masters, Magnus et beaucoup d'autres botanistes. Je l'ai obtenue deux fois, à des époques différentes et de sélectionneurs différents.

Autant que je puis l'assurer, on n'a pas encore signalé de retour de cet Œillet curieux à la fleur normale. J'en ai vu un, l'été dernier, dans mon jardin, sur une plante qui n'avait pas été divisée ni marcottée. On avait laissé sur les tiges les branches plus grêles; quelques-unes restèrent fidèles au type de la variété et ne portèrent que des épis verts, d'autres donnèrent des fleurs complètement ou partiellement normales. Certaines branches ne portaient que des fleurs normales, d'autres portaient des épis et des fleurs sur des rameaux voisins, et il y en avait enfin dont les petits épis étaient modifiés

de telle sorte que des fleurs plus ou moins bien développées terminaient les portions d'épis bien formés à la partie inférieure.

La couleur des fleurs a donné la preuve que cette modification régressive était due à l'existence d'un caractère latent. Si les boutons atavistes n'avaient perdu que le pouvoir de produire des épis, ils auraient évidemment repris les caractères de l'espèce ordinaire et, en particulier, la couleur rose pâle. Il n'en fut rien; toutes les fleurs avaient des corolles d'un brun foncé. Elles ont donc fait retour à leur progéniteur spécial, à la variété dont elles étaient nées et non au prototype commun de l'espèce. Il fut naturellement impossible de connaître la variété dont dérivait la plante à épis verdâtre, mais la réapparition d'un seul caractère de variété nettement défini est en elle-même une preuve suffisante de l'origine et de la latence de la couleur brun foncé de la fleur.

J'en ai obtenu un exemple encore plus probant avec une nouvelle forme de Dahlia. Le Dahlia vert ordinaire possède de grandes touffes de bractées au lieu de capitules fleuris; les écailles du réceptacle prennent la structure et la nervation des feuilles et sont presque aussi charnues. Mais les capitules verts conservent la forme des capitules floraux ordinaires et, comme ils n'ont pas de fleurons véritables qui puissent se flétrir, ils persistent sur les plantes et augmentent de nombre pendant tout l'été. Les nouveaux types de Dahlias verts dont je parle actuellement s'en distinguent toutefois par l'allongement de l'axe du capitule qui se métamorphose en une colonne feuillue, longue de plusieurs pouces. Ces colonnes continuent à croître pendant très longtemps, puis meurent pour la plupart sans produire autre chose que des bractées vertes et charnues.

Ce Dahlia vert à tête allongée apparut à Haarlem, il y a quelques années, dans la pépinière de MM. Zocher et C<sup>o</sup>. On l'observa deux fois sur deux variétés différentes à fleurs doubles, l'une à fleurons d'un carmin sombre et à pointes blanches, l'autre d'un orange pâle et connue sous le nom de « Surprise ». Puisqu'ils n'avaient ni fleurons ni graines, ils furent complètement stériles. La famille née de la variété carmin, que MM. Zocher et C<sup>o</sup> avaient eu l'obligeance de me

donner, fut propagée dans mon jardin tandis que l'autre fut conservée dans leur pépinière. Dans les cultures antérieures, toutes deux restaient fidèles à leur type, ne produisaient jamais de fleurons véritables et l'on ne pouvait trouver sur elles aucune marque de leurs différences initiales. Or, l'été dernier (1903), chacune d'elles a fait retour à son prototype et a porté un assez grand nombre de capitules à fleurs doubles normales au milieu d'une grande quantité d'épis verts. Il apparut aussi quelques formes intermédiaires d'épis à bractées vertes terminés par de petits capitules de fleurons colorés. Nous n'avons jusqu'ici qu'un cas ordinaire de retour, mais le côté important du phénomène fut que chaque plante reproduisit exactement la forme d'origine. Toutes les plantes de mon jardin retournèrent aux fleurons carmin à pointes blanches et toutes celles de la pépinière, à la couleur pâle orange et aux autres caractères de la variété « Surprise ».

Il paraît absolument évident que la simple perte d'un caractère ne peut expliquer cette différence. Il faut qu'une trace du caractère de la variété parente ait subsisté dans la plante métamorphosée et, quelle que soit l'idée que nous puissions nous faire de la nature de cette trace de caractère, la plus simple et la plus naturelle est que le caractère doit avoir été conservé à l'état latent. Si l'on admet que les caractères distinctifs sont seulement devenus inactifs par virescence, il est évident que chacun d'eux doit montrer, par retour, ses propres particularités comme dans les exemples cités.

En second lieu, nous devons étudier la disparition incomplète du caractère dans quelques variétés régressives. Ce phénomène est très fréquent quoique souvent négligé. Beaucoup de variétés blanches de plantes à fleurs colorées et parmi elles, nombre de plantes d'ornement très stables et très estimées en donnent des exemples frappants. Si nous en examinons les fleurs en petits bouquets, elles paraissent d'une irréprochable pureté; mais si nous en observons de grandes plates-bandes, elles montrent une teinte pâle. Cette teinte est presque toujours si légère qu'on ne peut la remarquer qu'en examinant la plate-bande avec un certain éclaircissement ou dans une direction oblique; il arrive aussi

qu'on la voit de suite si l'on est prévenu. La teinte rappelle toujours à l'observateur la couleur de l'espèce à laquelle la variété appartient ; elle est bleuâtre dans les Violettes et les Campanules, rougeâtre dans les Godetia et les Phlox, dans le *Silene Armeria* et beaucoup d'autres. La couleur primitive de l'espèce n'a donc pas disparu complètement, mais seulement en partie ; elle est latente, mais non éliminée ; elle n'est inactive qu'en partie. Notre langue ne permet pas d'indiquer les nuances ; elle indique souvent un à peu près, qu'on suppose compris, mais qui ne correspond pas au sens simple des mots. Il serait pénible de parler toujours d'inactivité partielle, de latence incomplète ou de qualités à demi éveillées. Un mot composé tel que sub-latent, qui exprime l'état réel des choses, a peu de chance d'être employé couramment.

On voit souvent de ces couleurs sub-latentes sur des parties spéciales des variétés à fleurs blanches. La face externe des pétales rappelle fréquemment la couleur spécifique, comme dans certaines Roses blanches ; dans les Violettes, c'est souvent sur l'éperon qu'on observe des traces du pigment primitif. Les pointes des pétales ou des segments de la corolle trahissent dans un grand nombre de fleurs blanches ou jaunes leurs affinités avec l'espèce colorée, par la présence de rouge ou de bleu, soit à l'extrémité, soit sur le côté externe des pièces de la fleur.

L'existence de ces teintes très légères et leurs relations avec le pigment primitif peuvent parfois être démontrées par l'expérience. Si l'on admet que la latence n'est pas une qualité absolue, on admettra facilement aussi que la latence elle-même peut être soumise aux lois de la variation graduelle ou fluctuante. Nous étudierons ces lois dans une conférence ultérieure, mais chacun sait qu'on peut obtenir des déviations plus grandes que les déviations ordinaires par le semis d'un très grand nombre d'individus, suivi de la sélection à des extrêmes dont on sème de nouveau les graines. On réussit ainsi à renforcer la teinte la plus légère d'une couleur latente, non pas au point de restaurer la teinte primitive de l'espèce, mais assez pour qu'il ne reste aucun doute sur l'identité de la couleur visible de l'espèce et la couleur latente ou sub-latente de la variété.

J'ai fait quelques expériences avec la Campanule à feuilles de Pêcher ou *Campanula persicifolia*. La variété blanche de cette espèce, qu'on rencontre souvent dans nos jardins, montre une teinte bleuâtre très pâle lorsqu'on la cultive en grande quantité, et cette teinte est parfois soumise à des variations individuelles. J'ai sélectionné quelques plantes ayant une teinte accusée; je les ai isolées à l'époque de la floraison, puis j'ai semé leurs graines et répété cette sélection pendant deux générations. J'ai obtenu une accentuation de la couleur des extrémités des segments de la corolle pour un petit nombre d'individus; la plupart restèrent d'un blanc pur comme la famille origine. Mais sur ces quelques plantes la couleur fut très visible, de degré variable selon les individus, mais toujours de la même teinte bleue que celle de l'espèce.

Nous pourrions citer bien d'autres exemples. Les variétés glabres sont rarement dépourvues de poils; ceux qu'on trouve dispersés sur les feuilles, ou sur des parties plus ou moins cachées, correspondent, par leurs caractères, aux poils de l'espèce. Il en est de même pour les aiguillons; le *Datura* sans épines a des fruits dont la surface est loin d'être lisse; le Marronnier d'Inde à fruits inermes montre parfois de telles protubérances sur les valves de ses fruits qu'il semble douteux qu'il soit une variété pure et stable.

La latence systématique peut se trahir de différentes façons, soit par des caractères systématiques normaux, soit par atavisme. Ces derniers cas seront étudiés avec détails dans une autre occasion; je n'en donnerai ici qu'un seul exemple très clair et très joli, celui du Trèfle rouge commun. Les Trèfles, par leurs feuilles à trois folioles, constituent un type moyen de la grande famille des Papilionacées dont les feuilles sont généralement pennées. L'affinité systématique suggère l'idée que les formes à trois folioles doivent dériver d'ancêtres à feuilles pennées, évidemment par la réduction du nombre des folioles. Dans certaines espèces de Trèfles, la foliole médiane est plus ou moins pétiolée, comme c'est le cas ordinaire dans les feuilles pennées; dans d'autres espèces, elle est aussi sessile que les folioles latérales. Dans un chapitre suivant, je décrirai une très jolie variété de Trèfle que l'on rencontre parfois à l'état sauvage et qu'on

peut facilement isoler et cultiver. C'est le Trèfle rouge ordinaire à cinq folioles dont les feuilles ont de trois à sept folioles au lieu d'avoir presque exclusivement trois folioles comme la forme commune. Le Trèfle à cinq folioles produit de temps à autre des feuilles pennées, en petit nombre, il est vrai, et rarement, mais alors il en donne souvent deux, trois et même davantage sur le même individu; il y a bien des étapes intermédiaires, mais elles n'ont pas d'importance ici. Il est clair que ces feuilles pennées constituent un retour à quelque prototype, à quelque ancêtre ayant les feuilles ordinaires des Papilionacées. Elles donnent la preuve de la persistance, à un état latent, du caractère commun de la famille. Toute autre explication de cette curieuse anomalie serait évidemment artificielle. D'autre part, on ne sait rien de précis sur les ancêtres du Trèfle et toute notre hypothèse repose seulement sur les idées admises concernant la parenté systématique des membres de la famille. Je donnerai, comme je l'ai déjà dit, des preuves plus complètes dans une autre occasion.

Nous pourrions reprendre, à ce sujet, un bon nombre d'exemples cités dans les conférences précédentes. La distribution systématique des espèces à ligules et sans ligules du groupe des Pâquerettes, parmi les Composées, en fournissent beaucoup. L'Erigeron du Canada ou *Erigeron canadensis*, la Tanaisie ou *Tanacetum vulgare* et quelques autres espèces ont parfois des fleurons ligulés qui, d'après Murr, peuvent accidentellement manquer dans *Aster Tripolium*, *Bellis perennis*, quelques espèces d'*Anthemis*, d'*Arnica montana* et dans un certain nombre d'autres espèces bien connues à ligules. Il en est de même du cas signalé par Grant Allen qui se rapporte à l'Ortie blanche ou *Lamium album*. Cette espèce est placée systématiquement dans un genre dont les espèces ont des fleurs rouges; nous pouvons regarder la couleur blanche des fleurs comme due à la latence du pigment rouge. Or, si l'on examine avec soin les fleurs de cette plante, on voit qu'elles ne sont pas d'un blanc pur, mais qu'elles présentent des lignes sombres et des taches sur la lèvre supérieure. Il existe des dessins semblables sur la lèvre de l'espèce voisine *Lamium maculatum* et, à un degré moindre, sur celles de

l'espèce moins voisine, *Lamium purpureum*. Avec le Lamier tacheté ou *Lamium maculatum*, l'affinité est si étroite que Bentham les réunit tous deux dans une seule espèce et considère que le Lamier blanc ordinaire n'est qu'une variété du type pourpre tacheté. A l'appui de l'hypothèse qu'un changement régressif a pu donner des espèces ou des variétés dans ce groupe, on peut ajouter beaucoup d'arguments fournis par la distribution de la couleur caractéristique et des taches multiples des lèvres d'autres Labiées. Les connaissances générales que nous avons sur les relations de parenté des espèces et des genres de cette famille peuvent être esquissées dans leurs traits généraux, d'après la seule comparaison de ces caractères secondaires en apparence.

Il en est fréquemment ainsi et les classificateurs ont souvent des incertitudes sur la valeur véritable de certaines formes alliées dont les rapports de parenté pourraient bien n'être que des modifications régressives. Les différences de coloration sont si apparentes qu'elles obscurcissent facilement d'autres caractères. Les *Daturas* blanc et bleu, les *Lychnides* blanches et rouges (*Lychnis vespertina* et *diurna*) et bien d'autres groupes aussi nets montrent l'association de deux formes qui sont spécifiquement séparées par quelques auteurs, mais réunies par d'autres comme changements régressifs de certains caractères différentiels.

Jusqu'ici nous n'avons parlé que des caractères négatifs, en essayant de prouver que la notion de latence des caractères opposés ou positifs fournit une explication plus naturelle des faits que l'idée de la perte complète de ces caractères. Nous allons maintenant considérer les variétés positives et montrer qu'il est très peu probable, dans ce cas, que l'espèce se soit forgée pour elle-même un caractère complètement nouveau. Il y a des cas où il a dû en être ainsi, mais je préfère les traiter comme des espèces élémentaires. En général, nous devons admettre, comme explication la plus probable, que le caractère est latent dans l'espèce et qu'il réapparaît dans la variété au moment où celle-ci prend naissance.

Cette conception est fortement confirmée par le fait que les variétés positives sont extrêmement rares par rapport au

nombre des variétés négatives. En effet, à part les variétés radiées de Composées et les variétés à fleurs et à feuilles colorées, il y en a bien peu qui peuvent être considérées comme positives. Nous avons traité cette question dans une conférence antérieure et nous pouvons maintenant nous limiter aux variétés positives de coloration.

Le règne végétal presque tout entier possède évidemment, à l'état latent, la faculté de produire du pigment rouge dans les feuilles. Les Chênes et les Ormes, les belles espèces grimpanes de Vigne vierge (*Ampelopsis*), beaucoup de Conifères comme le *Cryptomeria japonica*, quelques Ronces, la Viorne (*Viburnum opulus*) et quantité d'autres arbres et arbustes prennent une couleur rouge plus ou moins vive à l'automne. Cette tendance sommeille en été; la preuve en est que les jeunes feuilles de Chênes et d'autres arbres montrent une coloration semblable, mais plus pâle, au printemps, au moment du déploiement des feuilles. On connaît aussi un moyen d'éveiller cette tendance cachée à toute époque de la vie de la plante; il suffit de faire de petites blessures aux feuilles ou de couper leurs nervures ou de les froisser légèrement; les feuilles réagissent fréquemment par l'apparition d'un pigment rouge intense autour et surtout au-dessus des blessures. L'*Azolla Caroliana*, petite plante flottante semblable à une Mousse et parente des Fougères, réagit à la lumière et au froid par une teinte rougeâtre, alors qu'à l'ombre et à la chaleur elle est d'un vert pur. Les feuilles de beaucoup d'autres plantes se comportent de même; les pommes et les pêches présentent aussi cette teinte sur le côté insolé des fruits. On ne peut trouver de meilleure explication pour cet ensemble de faits qu'en affirmant que la tendance à devenir rouge est presque toujours présente, quoique latente, dans les feuilles et les tiges, et qu'elle est mise en activité chaque fois qu'une excitation la provoque.

Il faut dire pourtant que la mise en activité d'une telle tendance dans les conditions ordinaires diffère beaucoup de la formation d'une variété positive par l'évolution du même caractère. Dans la variété, l'activité est indépendante des influences extérieures ou n'en dépend qu'à un bien faible degré. La qualité de produire le pigment rouge paraît

être latente dans les exemples cités plus haut, tandis que, dans la variété, elle n'est plus latente, mais en activité parfaite et durable pendant toute la vie de la plante.

Les variétés rouges de fleurs blanches sont beaucoup plus rares. Ici, la latence du pigment rouge peut être déduite en partie d'arguments généraux analogues à ceux qui viennent d'être donnés, en partie des relations systématiques spéciales aux formes étudiées. Hildebrand a nettement établi cette dernière catégorie de preuves. Il a montré, par l'examen critique d'un grand nombre de cas, que la présence des variétés à fleurs rouges dépend de l'existence d'espèces rouges dans le même genre ou plus rarement dans des genres voisins. Les couleurs qu'on ne peut trouver dans le groupe systématique auquel une espèce blanche appartient sont très rarement fournies par les variétés de cette espèce.

Voici quelques règles indiquées par Hildebrand. Les espèces bleues sont en général très rares, de même que les variétés bleues des espèces blanches. Les Œillets, les Renoncules cultivées (*Ranunculus asiaticus*), les *Mirabilis*, les Pavots, les Glaieuls, les Dahlias et quelques autres plantes de jardin très répandues et très anciennes n'ont jamais produit de véritables fleurs bleues ; mais l'Anémone des jardins (*Anemone coronaria*) a des formes affines à fleurs d'un très beau bleu. La Giroflée commune a des variétés bleuâtres comme les genres voisins *Aubretia* et *Hesperis* ; les Groseilliers à maquereau ont une forme rouge rappelant le Groseillier ordinaire. Pour presque toutes les variétés bleues ou rouges, le botaniste est capable d'indiquer des espèces voisines rouges ou bleues, ce qui fournit une indication sur l'origine probable du caractère de la variété. On peut citer encore les taches sombres de la partie inférieure des pétales de quelques plantes comme dans les Pavots et le genre voisin *Glaucium*, où elles se présentent parfois comme des caractères de variétés, parfois comme des caractères d'espèces. Le jaune manque dans beaucoup de fleurs très cultivées qui ne sont pas capables de produire des variations jaunes, comme les *Salvia*, *Aster*, *Centaurea*, *Vinca*, *Polygala*, et beaucoup d'autres ; les rares espèces jaune pâle de quelques-uns de ces genres

n'indiquent même aucune tendance dans cette direction. Les Jacinthes donnent le plus remarquable, sinon le seul, exemple connu d'une espèce possédant des variétés rouges, bleues, blanches et jaunes; mais, ici, le jaune n'a pas la couleur d'or éclatante de la Renoncule.

L'existence simultanée des mêmes couleurs dans les variétés et dans les espèces alliées provient évidemment d'une cause commune, cause qui ne peut être que la latence du pigment dans la forme qui ne le montre pas.

Cette idée que la latence des caractères est la source habituelle de la production de variétés, soit dans le sens positif, soit dans le sens négatif, conduit à quelques règles concernant la variation et connues sous des noms que leur a donnés Darwin. Ce sont les règles de la variation répétée, homologue, parallèle et analogue, qui sont tout à fait générales et peuvent être reconnues dans les familles les plus différentes; elles sont absolument évidentes et facilement expliquées par le principe de la latence.

Sous le nom de variation répétée, on désigne le phénomène bien connu que la même variété peut naître de la même espèce à des époques différentes et en des localités distinctes. La répétition indique évidemment une cause interne commune à tous les cas. Les variétés blanches de plantes à fleurs bleues et rouges apparaissent souvent à l'état sauvage et, dans la plupart des cas, en un si petit nombre d'individus, qu'il est absolument improbable que toutes les variétés identiques aient une origine commune. En horticulture, cette tendance est bien connue et désagréable, puisque la répétition d'une variété ancienne ne procure aucun avantage à l'obteneur. Le vieux nom de « conquête », donné à toute nouveauté par les producteurs de Jacinthes, de Tulipes et d'autres plantes à bulbes, par opposition à la fréquence commune des répétitions d'anciennes variétés, indique bien la même expérience de leur part concernant la variation répétée.

La règle des variations parallèles veut que le même caractère fasse accidentellement son apparition dans plusieurs variétés ou races de la même espèce et même d'espèces assez différentes. C'est une règle très importante qui faci-

lite la compréhension générale de la valeur du mot variété par opposition à celui d'espèce élémentaire, car la récurrence de la même déviation nous apparaît toujours comme un caractère de variétés. Les feuilles laciniées sont peut-être l'exemple le plus typique, puisqu'elles apparaissent sur beaucoup d'arbres et arbustes, comme le Noyer, le Hêtre, le Bouleau, le Noisetier et même sur les Ronces et quelques variétés horticoles de Navets (*Brassica*).

Dans ces cas de variations parallèles, les divers exemples suivent évidemment les mêmes règles et peuvent par suite être appelés analogues. Les ascidies ou urnes, qui résultent de la suture des bords des feuilles, en donnent peut-être la meilleure preuve; elles furent classées par Morren en deux catégories, selon qu'elles dérivent d'une ou de plusieurs feuilles. Les ascidies monophylles obéissent à la même loi, c'est-à-dire que le côté supérieur de la feuille devient la face interne du tube; je n'en connais qu'une seule exception fournie par les ascidies du Banyan ou Figuier sacré, *Ficus religiosa*, qui ne semblent pas appartenir à la même classe que les autres ascidies puisque, dans la mesure où il est possible de l'assurer, ces ascidies ne sont pas présentées par un petit nombre de feuilles comme dans tous les autres cas, mais par toutes les feuilles de l'arbre.

Parfois les ascidies ne sont formées que par une partie de la feuille. Ces anomalies partielles obéissent à une règle qui s'applique aussi à toutes les productions foliaires, à savoir que la face de la feuille dont elles émergent est toujours la face externe. La surface interne de ces productions correspond à la face inférieure de la feuille à la fois pour la couleur et la structure anatomique.

La dernière des quatre règles mentionnées plus haut est la règle de la variation homologue. Elle signifie que la même déviation peut apparaître sur des parties différentes, mais homologues, de la même plante. Nous en avons déjà signalé quelques exemples, tels que la présence du même pigment sur les fleurs et les feuilles, sur les fruits et les graines de la même plante et aussi la perte simultanée de la teinte rouge ou bleue par les fleurs et les baies. Il en est de même du fait curieux présenté par la Chélidoine laciniée et quel-

ques sortes de Ronces; la division des feuilles en segments nombreux et petits se répète sur les pétales.

Il serait trop long de faire un examen plus complet des cas nombreux qui confirment ces règles. Il suffit de dire que, toutes les fois qu'on se livre à un examen sérieux des faits, on peut vérifier que l'absence de qualités définies, soit dans les espèces, soit dans les variétés, n'est souvent qu'apparente. Que le caractère soit caché ou seulement imparfaitement caché, ou bien qu'il réapparaisse à l'occasion, on peut le considérer comme présent, quoique latent.

Dans le cas des variétés négatives ou régressives, c'est le passage d'un caractère actif à l'état latent qui constitue l'origine de la variété. Les variétés positives, au contraire, doivent leur origine à la présence de quelque caractère à l'état latent dans l'espèce et à la remise en activité accidentelle de ce caractère.

La latence des caractères dans l'espèce ou dans la variété diffère de la latence ordinaire des caractères qui n'attendent que leur période d'activité ou l'action de l'agent externe qui doit les éveiller. Elle est permanente et pourrait être désignée sous le nom de *perlatence*. Les caractères n'entrent en activité que par quelques sauts soudains et ils sont alors indépendants d'une excitation ordinaire extérieure.

## NEUVIÈME CONFÉRENCE

### CROISEMENT D'ESPÈCES ET DE VARIÉTÉS

Dans les conférences précédentes, j'ai essayé de montrer qu'il existe une différence réelle entre les espèces élémentaires et les variétés. Les premières sont équivalentes et constituent ensemble l'espèce systématique ; les secondes dérivent en général de types réels qui existent encore. Les espèces élémentaires sont en un certain sens indépendantes les unes des autres, alors que les variétés sont d'une nature dérivée.

J'ai essayé aussi de montrer que le processus de la naissance des espèces élémentaires ou petites espèces doit être différent de celui de la production des variétés. Nous avons admis que les premières résultent de l'acquisition de quelque chose de neuf, de l'apparition d'un caractère non connu jusqu'ici dans la série de leurs ancêtres. Au contraire, les variétés doivent évidemment, dans la plupart des cas, leur origine à la perte d'un caractère déjà existant ou, moins souvent, à la réacquisition d'une qualité perdue antérieurement ; certaines peuvent naître par un processus négatif, d'autres ; par une variation positive, mais, dans les deux cas, rien de réellement nouveau n'est produit.

Cette distinction est valable chaque fois que les relations de parenté des formes en question sont bien connues. Il paraît par suite très logique de l'appliquer, lorsque l'affinité systématique est douteuse et aussi lorsqu'il est impossible d'arriver à classer les formes. L'application de ce principe aux cas extrêmes modifierait sans doute les limites établies aujourd'hui entre beaucoup d'espèces et de variétés. On ne doit pas oublier, cependant, que toutes les distinctions taxinomiques qui n'ont pas été confirmées par des expériences

ne sont que provisoires ; cette opinion est acceptée par les meilleurs classificateurs. Naturellement, la description de formes nouvellement découvertes ne peut infirmer les résultats de recherches expérimentales et il est absolument impossible d'arriver à des conclusions définitives, si l'on ne dispose que de preuves purement morphologiques. C'est ce que montrent bien les nombreux désaccords d'opinion des différents auteurs concernant la valeur systématique de beaucoup de formes.

Si l'on considère le principe indiqué plus haut comme établi et si l'on rejette les cas douteux, on peut désigner par évolution progressive le processus qui donne naissance aux espèces élémentaires. C'est la source de tous les progrès des règnes animal et végétal, progrès qui consistent essentiellement en l'addition continue de nouveaux caractères au nombre déjà existant. A ce mode de différenciation croissante s'opposent les modifications régressives, qui font disparaître un progrès déjà fait, et les changements dégressifs, par lesquels la forme retourne à un stade antérieur et prend un ancien caractère déjà mis en valeur. Sans doute les deux derniers modes ont joué un rôle considérable, mais on ne peut dire qu'ils contribuent au progrès général des êtres vivants.

Dans tous ces changements, nous voyons que les caractères différentiels se comportent plus ou moins comme s'ils étaient formés d'unités. Les formes parentes sont séparées l'une de l'autre, sans intermédiaires. Les transitions font complètement défaut ; elles semblent parfois exister, mais à tort, car elles sont dues soit à la fluctuation considérable des formes en question, soit à la présence d'hybrides et de sous-variétés.

Ces unités physiologiques qui, en définitive, forment la base de la distinction des unités systématiques peuvent être parfaitement désignées sous le nom d'« unités spécifiques ». Leur nature intime nous est encore inconnue, et nous ne voulons pas examiner aujourd'hui les théories qui ont été proposées pour expliquer les éléments matériels probables qui les constituent. Il nous suffit d'établir par des preuves empiriques qu'il existe, en général, des limites précises entre des caractères très voisins. Comme Bateson l'a dit,

les espèces sont discontinues et nous devons poser en principe que leurs caractères sont aussi discontinus.

De plus, il n'y a pas de raison de chercher à faire une analyse complète de tous les caractères d'une plante. Cette analyse, si elle était possible, donnerait sans doute une notion très complète de la construction réelle et intime des propriétés complexes des organismes. Mais les recherches taxinomiques faites dans cette direction sont encore à l'état embryonnaire et ne peuvent nous donner le matériel nécessaire pour faire cette analyse. Bien au contraire, elles nous forcent à limiter nos efforts à l'étude des caractères les plus récemment acquis, c'est-à-dire les plus jeunes, qui constituent les caractères différentiels des formes affines.

Les hybrides rentrent bien dans cette étude, puisque seules les formes proches parentes sont capables de donner des rejets hybrides. En traitant ce sujet, nous devons laisser de côté toutes les questions concernant des relations de parenté plus éloignées.

Je n'ai pas l'intention de vous exposer en détail la doctrine de l'hybridation. Le nombre des expériences augmente si vite, à la fois dans le sens pratique et dans le sens purement théorique, qu'il faudrait un volume entier pour ne donner qu'une revue rapide des faits et de toutes les théories proposées. Il nous suffit, pour le moment, de ne prendre dans ce sujet que les faits qui permettent de préciser la distinction entre les espèces élémentaires et les variétés. J'essaierai de montrer que les espèces et les variétés se comportent d'une manière tout à fait différente dans les expériences de croisements et qu'on peut espérer utiliser un jour les croisements pour établir, sur des données expérimentales, ce que l'on doit appeler espèces et ce que l'on doit appeler variété dans tout cas proposé. Le travail exigé par de semblables recherches peut être estimé trop considérable par rapport au but à atteindre, mais il sera peut-être possible de déduire d'un petit nombre d'expériences des règles donnant une solution décisive dans beaucoup d'autres cas.

Pour y réussir, il est nécessaire de comparer les preuves fournies par les hybrides aux conclusions déjà obtenues par la comparaison des caractères différentiels des formes

parentes. Nous avons pour cela à chercher tout d'abord ce qu'on peut attendre de la nature intime et des résultats du processus du croisement, lorsqu'on l'applique aux divers cas étudiés antérieurement.

Nous devons toujours distinguer, dans tout croisement particulier, les qualités semblables des deux parents, de celles qui en constituent les caractères différentiels. Pour les premières, le croisement ne diffère nullement d'une fécondation normale et d'ordinaire on ne s'en occupe pas. Il ne faut pourtant pas oublier qu'elles sont l'énorme majorité, au nombre de centaines et de milliers, alors que les caractères différentiels se comptent par un ou deux, ou en petit nombre au plus. Toute la discussion est donc limitée à des exceptions.

Nous pouvons considérer d'abord ce que serait la nature d'un croisement entre espèces, puis ce que donnerait un croisement entre variétés. Nous limiterons ainsi la discussion aux cas les plus typiques. Nous devons, d'une part, prendre les croisements entre espèces élémentaires de la même espèce systématique ou d'espèces systématiques très voisines et, d'autre part, nous limiter au croisement de variétés avec les espèces dont on suppose qu'elles sont dérivées par variation régressive. Les croisements de variétés de la même espèce constituent évidemment un cas dérivé et ne seront discutés qu'en second lieu. Quant aux croisements de variétés ayant des caractères positifs ou dégressifs, ils ont été si rares jusqu'ici que nous pouvons bien les négliger.

Une espèce élémentaire diffère de ses plus proches alliées par des changements progressifs, c'est-à-dire par l'acquisition de quelque caractère nouveau. Les espèces dérivées ont une unité de plus que leurs parentes; toutes les autres qualités sont les mêmes dans les deux parents. Chaque fois qu'on unit par le croisement une espèce dérivée avec la forme parente, le résultat obtenu en ce qui concerne les qualités communes sera identique à celui d'une fécondation directe; on obtiendra donc une combinaison de chaque caractère du parent mâle avec le même caractère du parent femelle. Il peut y avoir de légères différences individuelles, mais chaque unité spécifique se trouvera en opposition et s'unira avec la même unité spécifique de l'autre parent. Dans les rejetons,

les unités sont donc accouplées, et chaque couple consiste en deux unités équivalentes. Pour chaque caractère, les unités de chaque couple particulier sont les mêmes et ne doivent montrer que de légères différences relatives au degré de développement du caractère.

Nous pouvons maintenant appliquer cette notion à la combinaison sexuelle de deux espèces élémentaires distinctes, l'une étant dérivée de l'autre. Le caractère différentiel n'est présent que dans l'un des deux parents et absent dans l'autre. Tandis que toutes les autres unités sont accouplées dans l'hybride, celle-là ne l'est pas; elle ne rencontre pas de compagne et doit par suite rester dépareillée. L'hybride de ces deux espèces élémentaires est donc en quelque sorte incomplet et anormal. Dans la marche ordinaire des choses, tous les individus prennent leurs qualités à deux parents; pour chaque caractère particulier, ils possèdent au moins deux unités, qui sont à peu près mais non absolument égales; ces deux unités accouplées travaillent simultanément et font que le descendant ressemble aux deux parents. Il n'y a aucune qualité dépareillée dans le descendant normal; c'est l'existence d'une unité non accouplée qui constitue le caractère essentiel des hybrides d'espèces et cause en même temps les nombreuses déviations aux règles ordinaires.

Si nous passons maintenant aux variétés, il nous suffit aussi de comparer leurs caractères différentiels. Dans les types négatifs, la différence consiste en l'absence apparente de quelque qualité qui était active dans l'espèce; mais on a vu dans notre dernière conférence que cette différence n'est en réalité qu'une perte apparente. Une étude plus précise nous a conduit à l'hypothèse d'un état latent pour la qualité cachée. Les caractères présumés perdus ne le sont pas absolument, du moins, d'une façon permanente; ils montrent leur présence par quelques légères indications de la qualité qu'ils représentent ou par des retours accidentels; ils ne font pas défaut, ils ne sont que latents.

Si nous établissons notre discussion concernant le processus du croisement sur cette conception et si nous la limitons toujours à un seul caractère différentiel, nous arrivons à la conclusion que ce caractère est présent et actif dans

l'espèce, mais présent et latent dans la variété. Il existe donc dans les deux parents et il trouve son compagnon dans le croisement tout comme les autres caractères. Leur union se fera comme s'ils étaient tous deux actifs ou tous deux latents, car ils sont essentiellement les mêmes et ne diffèrent que par le degré de leur activité. Nous pouvons en déduire que, dans le croisement de variétés, aucune unité spécifique ne reste dépareillée; toutes les unités se combinent par paires exactement comme dans la fécondation ordinaire. A part le contraste qui existe entre l'activité et la latence dans cette seule paire, le processus du croisement de variétés est le même que celui de la fécondation normale ordinaire.

En résumé, nous pouvons conclure que, dans la fécondation normale et le croisement entre variétés tous les caractères sont accouplés par paires, tandis que dans les croisements entre espèces élémentaires, les caractères différentiels ne le sont pas.

Pour distinguer ces deux grands types de fécondation, nous emploierons le mot bisexuel pour l'un, unisexuel pour l'autre. Le terme *croisement bisexuel* implique l'idée d'une symétrie complète, toutes les unités ou caractères se combinant par paires. Les *croisements unisexuels* sont ceux dans lesquels une ou plusieurs unités restent dépareillées. Comme on l'a déjà dit, ces mots clairs et utiles furent proposés par Mac Farlane quand il fit la comparaison de la structure des plantes hybrides à celle de leurs parents (1892).

Les hybrides d'espèces peuvent hériter des caractères différentiels de leurs deux parents. Ils peuvent donc être intermédiaires et posséder quelques caractères du père et quelques caractères de la mère. Tant que ces caractères ne se combinent pas entre eux, ils peuvent se développer complètement côte à côte; c'est en général ainsi que se forment les caractères hybrides. Mais, dans la plupart des cas, ce que nous savons actuellement des unités spécifiques est beaucoup trop incomplet pour que l'on puisse en faire une analyse précise, même en se limitant aux caractères distinctifs. Nous connaissons plus ou moins les caractères des parents, mais nous ne sommes pas préparés à les délimiter exactement. Lais-

sons donc ces considérations théoriques et passons à la description de quelques exemples démonstratifs.

En premier lieu, je vais décrire un hybride de deux espèces américaines d'Enothères fait il y a quelques années. Il résulte du croisement de la forme européenne de l'Enothère commune ou *Enothera biennis* et de l'espèce voisine à petites fleurs, *Enothera muricata*. Ces deux formes furent regardées par Linné comme des espèces différentes, mais depuis, on les a considérées comme des espèces élémentaires ou des variétés, soi-disant systématiques, d'une même espèce désignée par le nom du type vraisemblablement le plus ancien, *Enothera biennis*. Leurs différences ne se comportent pas, dans les expériences, comme si elles étaient de la nature de celles qui distinguent les variétés de la même espèce; aussi leur croisement donne un exemple de véritable union unisexuelle, quoiqu'on puisse les distinguer par plusieurs caractères.

J'ai fait les croisements réciproques en prenant comme mère, tantôt l'espèce à fleurs étroites, tantôt l'espèce commune. Ces croisements n'ont pas conduit au même hybride, comme il arrive souvent dans les cas analogues; bien au contraire, les deux hybrides sont très différents et ressemblent tous deux au père beaucoup plus qu'à la mère.

Ce curieux résultat fut observé dans d'autres croisements réciproques faits entre espèces du même genre *Enothera*. Je ne décrirai ici que l'un de ces deux hybrides.

Dans l'été de 1895, j'ai châtré quelques fleurs d'*O. muricata* que j'ai pollinisées ensuite avec *O. biennis*, les fleurs étant protégées par des sacs de papier contre la visite des insectes. J'en semai les graines en 1896; les hybrides furent bisannuels et fleurirent abondamment l'année suivante. Ils furent autofécondés artificiellement, mais ne donnèrent qu'une très faible récolte. Beaucoup de capsules ont manqué et les autres ne contenaient qu'un petit nombre de graines mûres qui donnèrent, l'année suivante, la seconde génération hybride; j'obtins de la même façon la troisième et la quatrième génération. Elles furent aussi peu fertiles que la première, et, dans certaines années, ne me donnèrent pas de graines du tout, si bien qu'il fallut répéter l'opération pour continuer l'expérience. L'été dernier (1903), j'ai obtenu un petit lot d'à

peu près 25 échantillons bisannuels qui ont fleuri abondamment. En tout, j'ai fait développer environ 500 hybrides, dont près de 150 fleurirent.

Ces plantes furent toutes du même type ressemblant par la plupart des caractères au père et, par quelques autres seulement, à la mère du croisement initial. Les caractères les plus évidents sont fournis par les fleurs qui, dans l'*O. muricata*, ne sont pas à moitié aussi grandes que dans le *biennis* quoique portées par un tube calicinal de la même longueur. A ce point de vue, l'hybride est semblable au *biennis* qui a de grandes fleurs. Ils peuvent parfois paraître légèrement déviés dans la direction de l'autre parent lorsqu'elles sont quelque peu plus petites et d'une couleur légèrement plus pâle; il est très difficile de les distinguer de celles du *biennis*. Si les fleurs du *biennis* et de l'hybride étaient enlevées des plantes, puis mélangées, il est très douteux que l'on réussisse à les séparer.

Les feuilles fournissent un autre caractère distinctif; celles de l'*O. biennis* sont larges, celles de l'*O. muricata* sont étroites. L'hybride a les feuilles larges d'*O. biennis* pendant la plus grande partie de sa vie; à l'époque de la floraison, il existe de faibles déviations dans la direction de l'autre parent; en hiver, les rosettes hybrides ont des feuilles souvent beaucoup plus étroites que celles de l'*O. biennis* et on peut facilement les distinguer des deux parents. Un troisième caractère est fourni par la densité de l'épi. La distance entre les insertions des fleurs de l'*O. biennis* est grande, si on la compare à celle de l'*O. muricata*; les fleurs de la dernière espèce sont donc plus serrées et celles de l'*O. biennis* plus écartées; les épis de l'*O. muricata* sont couronnés d'une touffe de fleurs et de boutons floraux, tandis que ceux de l'*O. biennis* sont plus allongés et plus grêles. Il en résulte que l'espèce *O. biennis* n'ouvre chaque soir qu'une, deux ou trois fleurs du même épi, tandis que l'*O. muricata* porte souvent huit, dix fleurs ou davantage en même temps. A ce point de vue, l'hybride ressemble à la mère et sa couronne de fleurs larges comme celles de l'*O. biennis* fait qu'il est de beaucoup plus voyant que les deux plantes parentes.

Il n'y a pas d'autres caractères différentiels qui soient signalés par les classificateurs ou qui puissent être assez nettement séparés pour permettre de comparer les qualités correspondantes des hybrides avec celles des parents.

Ces hybrides restent fidèles aux caractères qui ont été décrits. Dans certaines années où j'ai cultivé deux générations de façon à pouvoir les comparer l'une à l'autre, je n'ai pu trouver aucune différence. Le point le plus intéressant consiste toutefois en la ressemblance des individus de la première génération (qui doivent évidemment présenter dans leur structure intime la combinaison des unités des deux parents) avec ceux de la seconde génération et des générations suivantes (qui ont une nature dérivée). De plus, tous les individus de chaque génération se ressemblent. Je n'ai jamais pu observer de retour aux formes parentes soit pour l'ensemble des caractères, soit pour les caractères isolés, bien que j'aie examiné avec soin les feuilles de quelques centaines de plantes et les épis et les fleurs d'environ 150 individus. Il ne se produit ni ségrégation ni dissociation.

C'est un exemple clair, indubitable et relativement simple, d'une espèce hybride fidèle et pure, qui ne présente aucun caractère de variété qui pourrait obscurcir le résultat. A ce point de vue, cet hybride est de beaucoup plus net que tous ceux qu'on obtient entre plantes horticoles, où les caractères de variété jouent toujours un rôle important. Notre Enothère hybride serait pour les horticulteurs un gain véritable si elle se propageait moins péniblement; on pourrait augmenter la série des variétés de cette forme simple et stable en la croisant de nouveau avec les types parents. Ces expériences ont échoué jusqu'à présent par suite de la stabilité trop grande des unités spécifiques qui la composent.

Cette stabilité et cette absence de disjonction que montre toujours la combinaison des caractères dans la descendance des hybrides est une des meilleures preuves de l'existence des unions unisexuelles. Elles sont souvent obscurcies par la présence simultanée de caractères de variétés et négligées pour cette raison. Il est rare qu'on les observe dans un tel état de pureté; nous en donnerons plus loin quelques exemples.

Avant de le faire, j'appelle votre attention sur un autre caractère des unions unisexuelles qui est la diminution de la fertilité, phénomène universellement connu dans les hybridations. La diminution de fertilité résulte, d'une part, de la diminution du nombre des semences obtenues par la fécondation pure de l'hybride, par rapport aux semences fournies par la fécondation pure des deux parents, d'autre part, de la diminution de la fertilité des hybrides quel que soit le pollen employé. Il semble qu'on puisse trouver tous les degrés de stérilité partielle; les plus anciens auteurs qui ont étudié les hybrides ont montré qu'il existe une relation très nette entre l'importance des différences des parents et le degré de stérilité, soit du croisement en lui-même, soit de la descendance hybride. En gros, ces deux facteurs varient proportionnellement, la stérilité étant d'autant plus grande que l'affinité des parents est plus faible. Beaucoup d'auteurs ont essayé de retrouver cette règle dans des cas particuliers, mais ils ont rencontré des difficultés insurmontables dues surtout à notre ignorance des unités qui, dans les cas observés, constituent les différences existant entre les parents.

Dans le cas de l'*Oenothera muricata*  $\times$  *biennis*, les caractères différentiels réduisent la fertilité à un faible degré qui frappe presque la descendance d'une stérilité et d'une mort complètes; mais nous ne savons pas si ces caractères sont bien des unités réelles, ou si elles ne sont pas composées en réalité d'entités plus faibles que nous sommes incapables jusqu'ici de dissocier. Tant que nous manquerons de moyens empiriques pour résoudre ce problème, il semble inutile d'entrer dans plus de détails sur la question de la stérilité. Il faut toutefois dire ici que les croisements purs de variétés, lorsqu'ils n'affectent pas de caractères unisexuels, ne montrent jamais aucune tendance à diminuer la fertilité, ce qui permet de croire que les unités dépareillées sont la cause de cette diminution de la puissance reproductrice.

Le genre *Oenothera* est à un haut degré dépourvu de caractères de variétés, surtout dans le sous-genre *Onagra* auquel appartiennent les espèces *biennis*, *muricata*, *Lamarckiana*. D'autre part, il paraît riche en espèces élémentaires, mais on

n'en a pas encore fait une étude suffisante. Malheureusement beaucoup de classificateurs, même les meilleurs, ont l'habitude de réunir toutes ces formes intéressantes dans un même groupe et de négliger leur description particulière. J'ai fait un grand nombre de croisements entre ces types non décrits et, en général, j'ai obtenu des races hybrides constantes; je n'ai trouvé qu'une ou deux exceptions, comme l'*O. brevistylis* qui, dans son croisement, se comporte toujours comme une variété régressive. Au lieu de donner une description complète de ces hybrides, je préfère ne parler que de mes hybrides de *Lamarckiana* et de *biennis*, qui ont presque l'aspect des espèces d'origine et restent fidèles dans la seconde génération, sans aucun signe de retour ni de disjonction. J'ai croisé une autre espèce élémentaire, *Cenothera hirtella*, avec quelques-unes de mes nouvelles espèces ou des espèces linnéennes plus anciennes et j'ai obtenu différentes races hybrides constantes. De celles-ci, j'ai encore en culture la descendance d'un croisement entre *muricata* et *hirtella* fait dans l'été de 1897 et dont j'avais l'année dernière (1903) la quatrième génération hybride. Ces plantes sont des *muricata*, par leurs feuilles étroites, et des *hirtella*, par leurs épis allongés et leurs fleurs relativement larges; ils sont restés fidèles à ce type et n'ont montré que de légères fluctuations, sans retour ni dissociation des caractères réunis par le croisement. Les deux parents portent de gros fruits qui donnent des graines abondantes, mais les capsules des hybrides restent petites et minces et ne mûrissent pas plus que le dixième de la quantité habituelle des semences. Les deux parents sont faciles à cultiver en générations annuelles et il en est de même pour l'hybride; mais, tandis que l'hybride de *muricata* et de *biennis* est une plante vigoureuse, l'hybride de *muricata* et d'*hirtella* est faible, avec un feuillage mal développé et des épis allongés et grêles. Il n'est peut-être pas assez robuste pour résister au mauvais temps de ces dernières années.

Un bon nombre d'hybrides stables sont décrits dans les ouvrages ou cultivés dans les champs et les jardins. L'essentiel pour nous n'est pas de savoir s'ils sont stables actuellement, mais s'ils l'ont été dès le début, ou s'ils le sont chaque fois que le même croisement est répété. Car des hybrides stables

peuvent résulter aussi de disjonctions initiales comme nous le verrons bientôt.

Parmi les autres exemples, nous pouvons étudier d'abord la Luzerne hybride (*Medicago media*). Elle naît souvent d'un croisement spontané entre la Luzerne violette commune (*Medicago sativa*) et l'espèce sauvage voisine à fleurs jaunes et à tiges retombantes (*Medicago falcata*). Cet hybride est cultivé en grand dans quelques régions de l'Allemagne; il est plus productif que la Luzerne ordinaire; il est toujours fidèle dans les semis et on peut l'observer à l'état sauvage dans les parcs et les pelouses. C'est un des plus vieux hybrides connus à descendance pure. Le croisement a été répété par Urban, qui trouva que la race hybride est constante dès le début.

Une autre race hybride très connue est l'*Ægilops speltæformis*, cultivé dans les jardins botaniques pendant plus d'un demi-siècle, le plus souvent en générations annuelles et bisannuelles; il est assez fertile et toujours stable. Il a été l'objet de nombreuses études, puisque autrefois Fabre et d'autres croyaient qu'il formait une transition spontanée entre certaines espèces d'herbes sauvages et le Blé ordinaire, mais qu'il n'était pas un hybride. Godron, toutefois, a montré qu'on pouvait le former artificiellement et a expliqué comment il prenait naissance partout où on le trouvait à l'état sauvage. L'hybride entre *Ægilops ovata*, une mauvaise herbe de petite taille, et le Blé ordinaire est stérile, car il ne donne pas de pollen en bon état; mais il peut être fécondé par le pollen du Blé et donne alors naissance à un hybride secondaire qui n'est autre que l'*Ægilops speltæformis*. Ce dernier est resté constant dans les expériences de Godron pendant un certain nombre de générations et depuis n'a pas varié dans sa forme, jusqu'à l'heure actuelle.

Millardet a cultivé des hybrides stables obtenus par le croisement de différentes espèces de Fraisiers. Il combina les vieilles formes avec des types nouveaux originaires d'Amérique. Ces hybrides n'ont montré ordinairement que les caractères de l'un de leurs parents, sans aucune nouvelle combinaison de qualités, et ils sont restés fidèles à ces types dans la seconde génération et les générations suivantes.

Dans le genre *Anemone*, Janczweski obtint le même résul-

tat. Certains caractères peuvent se dissocier, mais il y en a d'autres qui restent constants; lorsque les races hybrides ne renferment que ces derniers, les nouvelles combinaisons de caractères formées sont aussi constantes que les meilleures espèces du même genre. Les hybrides de Janczewski sont complètement fertiles; il n'y a donc pas de raison valable pour qu'on ne les considère pas comme de bonnes espèces nouvelles. S'ils n'avaient pas été produits artificiellement, mais trouvés à l'état sauvage, leur origine serait inconnue et il n'est pas douteux qu'ils auraient été décrits par les meilleurs classificateurs comme des espèces équivalentes aux espèces parentes. Tel est le cas, en particulier, d'un hybride entre *Anemone magellanica* et la commune *Anemone sylvestris*.

D'après des considérations analogues, Kerner von Mariloun a montré depuis longtemps que beaucoup de soi-disant espèces rares sont intermédiaires entre deux types parents et peuvent être regardées comme nées de leur croisement. Cette affirmation a donné souvent lieu à des abus considérables et c'est une habitude tout à fait commune de considérer les formes intermédiaires comme des hybrides sans autres documents que ceux donnés par l'observation de leurs caractères extérieurs et sans une connaissance exacte de leur origine réelle. Souvent même, on ne sait rien d'autre que leur constance par semis. Toutes les explications analogues deviennent actuellement peu à peu surannées et démodées, mais les exemples de Kerner semblent résister à cette épreuve.

Kerner signale un Saule, *Salix Ehrhartiana*, comme un hybride constant entre *S. alba* et *S. pentandra*. Le *Rhododendron intermedium* est une forme intermédiaire entre l'espèce poilue et l'espèce de couleur rouille des Alpes suisses (*R. hirsutum* et *R. ferrugineum*); les premiers poussent dans les terrains crayeux et les autres dans les terrains siliceux; partout où ces deux natures de terrain existent dans la même vallée et où par conséquent les deux espèces voisinent, on trouve l'hybride *R. intermedium* qui se propage spontanément en grande abondance; comme l'indique son nom, il combine les caractères essentiels des deux parents.

La *Linaria italica* est une Linaire hybride entre *L. genis-*

*tifolia* et *L. vulgaris*, croisement que j'ai répété dans mon jardin. Le *Drosera obovata* est un *Rossolis* hybride entre *D. anglica* et *D. rotundifolia*. La *Primula variabilis* est un hybride de deux Primevères communes, *P. officinalis* et *P. grandiflora*. L'Epilobe (*Epilobium*), la Brunelle (*Brunella*), et le Nénuphar jaune (*Nuphar*) fournissent d'autres exemples d'hybrides sauvages stables.

Macfarlane a découvert un hybride naturel entre deux espèces de *Rossolis* dans les marais d'Atco (New Jersey). Les parents, *D. intermedia* et *D. filiformis*, croissaient en abondance aux alentours, mais on ne trouva qu'un seul groupe de onze individus de la plante hybride. Une comparaison détaillée de l'hybride avec ses parents montra un mélange compliqué des particularités anatomiques des espèces parentes.

Luther Burbank de Santa Rosa (Californie) a produit un grand nombre de Ronces hybrides dont les qualités, à beaucoup de points de vue, dépassent celles des espèces sauvages. La plupart ne sont propagées que par boutures et marcottes, car elles ne sont point stables par graines, mais certains croisements entre les mûres et les framboises (*Rubus fruticosus* et *R. idæus*) portent de bons fruits; ils sont devenus tout à fait populaires et sont si bien fixés dans leur type qu'ils reproduisent leurs caractères composés dans les semis aussi bien que les espèces de *Rubus* trouvées dans la nature. Les fruits désignés par Burbank, le « Phenomena » et le « Primus », ont cette origine. Le dernier est un croisement entre la framboise californienne et la framboise sibérienne qui doit certainement être regardé comme une bonne espèce stable, produit artificiellement. Bell Salter aussi fit des croisements d'Epilobes (*Epilobium tetragonum* et *E. montanum*) et obtint des hybrides intermédiaires qui restèrent stables pendant quatre générations successives.

On pourrait en donner d'autres exemples; on en trouve beaucoup dans les journaux horticoles et les ouvrages de botanique qui donnent des détails sur leur classification et leur anatomie. La question de la stabilité est généralement traitée d'une manière accessoire et souvent il est difficile de tirer des conclusions des faits donnés. En particulier, le fait

qu'il suffit, au point de vue horticole, que le nouveau type se reproduise dans quelques-uns de ses descendants pour qu'on l'appelle stable est une cause d'erreur fréquente; c'est pourquoi la constance absolue est rarement démontrée.

La liste des hybrides constants serait de beaucoup plus longue sans la stérilité absolue de beaucoup d'hybrides horticoles et aussi sans la présence fréquente de caractères récessifs dans les plantes cultivées. Il faudrait trop de temps pour établir l'importance de ces deux groupes de faits; il paraît préférable de donner quelques exemples démonstratifs.

Parmi les espèces de Groseillier commun ou *Ribes* cultivés dans nos jardins, les plus beaux sont sans doute les Groseilliers de Californie et du Missouri ou *Ribes sanguineum* et *R. aureum*. On rencontre souvent aussi le Groseillier de Gordon qui est considéré comme un hybride des deux précédents. Il offre quelques particularités des deux parents; les feuilles ont la forme générale du *R. sanguineum*, mais sont glabres comme celles de l'*aureum*. Les grappes de fleurs sont aussi denses que dans l'espèce rouge, mais ces fleurs sont d'une couleur jaune teintée seulement de rouge chair sur le côté extérieur du calice. Ce Groseillier pousse avec vigueur et se multiplie facilement par boutures, mais il ne porte jamais de fruits; il est par conséquent impossible de dire s'il est constant.

Le *Berberis ilicifolia* est regardé comme un hybride de l'Épine-vinette sauvage (*B. vulgaris*) et de l'arbuste cultivé *Mahonia aquifolia*. Le dernier a des feuilles pennées, le premier des feuilles simples; les feuilles de l'hybride sont simples, mais plus épineuses que celles de l'Épine-vinette et non caduques comme elles; elles persistent pendant l'hiver et cette particularité est héritée du *Mahonia*. Autant que je puis l'affirmer, cet hybride ne produit jamais de semences.

Un autre cas, souvent cité, d'hybride absolument stérile est celui du *Cytisus Adami*. Il résulte d'un croisement entre le Cytise commun (*C. Laburnum*) et une autre espèce du même genre (*C. purpureus*) et il possède quelques caractères des deux parents. Comme le nombre des caractères diffé-

rentiels est très grand dans ce cas, la plupart des organes semblent intermédiaires. Ce Cytise est absolument stérile, mais il a la particularité curieuse de se dissocier par voie végétative. Il a été multiplié sur une grande échelle et fut très répandu dans les parcs et les jardins d'Europe au siècle dernier. Presque tous les échantillons retournent de temps en temps aux parents présumés. Il n'est pas rare qu'un bouton de *Cytisus Adami* présente toutes les qualités du Cytise commun, les feuilles grandes, les grappes florales riches, les fleurs larges et d'un jaune brillant ainsi que la fertilité complète de cette espèce. D'autres bourgeons du même arbre retournent au parent pourpre à fleurs petites et solitaires, à branches buissonnantes et courtes, à feuilles très étroites. Ces derniers sont fertiles, quoiqu'ils ne produisent pas de semences aussi abondantes que les retours au *Laburnum*. Beaucoup de botanistes ont semé les graines des retours au *Laburnum* et obtenu le *Cytisus Laburnum* pur. J'en ai un lot de près de cent plantes dont bon nombre a déjà fleuri et porte les feuilles et les fleurs de l'espèce commune. Les graines des retours à fleurs pourpres ont été semées et n'ont donné aussi que le parent pourpre.

Pourquoi cet hybride très curieux varie-t-il si régulièrement? Pourquoi d'autres hybrides restent-ils fidèles à leurs types? Ces questions ne sont pas résolues.

Si nous revenons aux considérations déjà faites sur ce sujet, il paraît permis de supposer que la tendance à faire des retours n'est pas liée au type de l'hybride, mais qu'elle peut se présenter sur quelques rares individus. Or, la plupart des hybrides stériles ne nous sont connus que par les bourgeons d'un seul descendant et il se peut qu'on ait ainsi l'explication de la fréquence des sports dans ces cas particuliers.

Enfin nous devons considérer quelques-unes des soi-disant races hybrides ou familles de plantes horticoles. Les *Dahlia*, *Gladiolus*, *Amaryllis*, *Fuchsia*, *Pelargonium* et bien d'autres fleurs communes fournissent les meilleurs exemples connus. La variabilité démesurée de ces formes paraît résulter ici des croisements; mais, si l'on observe mieux la variabilité des caractères isolés, on constate qu'elle n'est pas beau-

coup plus grande dans les races hybrides que dans les espèces parentes qui ont contribué à la formation de ces hybrides. Nos Bégonias tubéreux doivent leur variabilité au moins à sept espèces parentes initiales et au nombre presque incroyable de combinaisons possibles entre leurs caractères. Le premier de ces croisements fut fait par Sedan dans la pépinière de Veitch et Sons de Londres, où on trouve encore le premier hybride, le *B. Sedeni*. Il a été suivi des croisements entre le *Sedeni* et le *Veitchi*, le *rosiflora*, le *Davisii*, le *Clarkii* et d'autres. Chacun d'eux apporta le tribut de ses qualités avantageuses telles que des fleurs rondes, la couleur rose, les pédoncules floraux dressés, l'élévation des fleurs au-dessus du feuillage et d'autres caractères. On a continué à faire de nouveaux croisements, en partie avec les hybrides existant déjà, en partie avec les nouvelles espèces sauvages introduites. Il est rarement possible d'obtenir des semences pures et je n'ai pas encore pu m'assurer si les hybrides demeuraient fidèles par semis. Les caractères d'espèces et de variétés peuvent se présenter simultanément dans beaucoup de formes individuelles, mais on ne sait encore rien de précis sur leur tenue dans des fécondations pures. La constance et la disjonction sont combinées de telle manière qu'il en résulte une variabilité extrême qui a produit un grand nombre de belles formes; on peut encore en attendre d'autres de croisements nouveaux.

Toutefois, la grande série des faits signalés et décrits qui, à première vue, paraît n'avoir aucune lacune, ne suffit pas pour une analyse scientifique. Presque tous les problèmes subsistent et exigent de nouvelles recherches. Ce serait une excellente idée d'essayer de répéter l'histoire des Bégonias ou d'un autre groupe de races hybrides en faisant tous les croisements décrits et en rassemblant les résultats avec la méthode exigée dans les recherches scientifiques complètes et soignées.

Des genres nombreux et importants de fleurs hybrides horticoles doivent leur origine à des espèces riches en variétés ou en sous-espèces élémentaires; il en est ainsi des Glaïeuls et des Tulipes. Dans d'autres cas, les types de départ proviennent non pas de l'état sauvage; mais des cultures

d'autres contrées. Les Dahlias étaient cultivés au Mexique lors de la découverte de l'Amérique par les Européens et les Chrysanthèmes ont été introduits des vieux jardins du Japon. Tous deux ont fourni des types variés, qui plus tard se sont augmentés, surtout par des croisements répétés.

L'histoire de beaucoup de races hybrides est obscure ou décrite de diverses façons par des autorités différentes qui ont pris leurs preuves tantôt dans une pépinière, tantôt dans une autre; il est évident que les croisements ont dû être différents selon les localités. L'histoire de l'origine de la culture des Glaïeuls en donne un exemple. Les premiers croisements qui sont signalés ont été faits entre les *Gladious psittacinus* et *G. cardinalis* et leurs hybrides, qui sont encore connus sous le nom de *Gandavensis* et *purpureo-auratus*, mais il est des auteurs qui donnent une autre généalogie. Il en est de même pour l'*Amaryllis* qui doit, d'après Graff, ses fleurs rayées à *A. vittata*, sa belle forme à *A. Brasiliensis*, ses larges pétales à *A. psittacina*, ses fleurs géantes à *A. Leopoldi* et ses taches pie à *A. pardina*; mais pour cet exemple aussi les auteurs ne sont pas d'accord.

En résumant les résultats de cette étude, on voit d'abord qu'il reste beaucoup à faire. Quantité de croisements signalés doivent être répétés et étudiés de nouveau, en ayant soin de s'assurer de la pureté des types aussi bien que de la récolte des semences; on trouvera que bien des faits supposés n'ont qu'une valeur douteuse. Il faudra en rassembler d'autres en tenant compte de la distinction entre les caractères d'espèce et de variété. Les premiers sont dus à des mutations progressives; ils donnent lieu à des croisements unisexuels suivis d'une descendance constante, autant que l'expérience le prouve aujourd'hui. Les seconds sont surtout dus à des modifications régressives et seront l'objet de la conférence suivante.

---

## DIXIÈME CONFÉRENCE

### LOI DES CROISEMENTS BISEXUELS OU LOI DE MENDEL

Dans une étude scientifique des résultats du croisement, le point le plus important consiste en la distinction des divers caractères des parents combinés dans les hybrides et leurs descendants. Au point de vue théorique, il serait préférable de choisir des parents qui ne diffèrent que par un caractère dont la tenue pourrait ensuite être facilement étudiée. Malheureusement, on ne rencontre pas souvent des cas aussi simples.

La plupart des espèces linnéennes et même beaucoup d'espèces élémentaires sont distinguées par plusieurs qualités; les variétés qui ne diffèrent de l'espèce que par une seule unité spécifique paraissent plus communes; cependant un examen plus complet révèle souvent quelques caractères différentiels qui peuvent être négligés dans les descriptions ou les comparaisons, mais qui reprennent leur importance dans les croisements expérimentaux.

Dans une conférence précédente, nous avons examiné les qualités qu'on peut regarder comme dues à l'acquisition de caractères nouveaux. La comparaison de la nouvelle forme avec le type dont elle est née montre que le nouveau caractère ne trouve pas de compagnon et qu'il restera dépareillé dans l'hybride.

Dans les meilleurs exemples de changements régressifs, la modification est due à la réduction d'une qualité active à l'état d'inactivité ou de latence. Or, si on fait un croisement entre une espèce et sa variété, le caractère différentiel sera dû à la même unité interne, sans autre différence qu'elle est active dans l'espèce et latente dans la variété. Dans l'hybride, ces deux unités correspondantes feront une paire; mais

alors que toutes les autres paires de caractères de l'individu hybride résulteront d'unités identiques, cette seule paire proviendra d'unités légèrement différentes.

Cette conception des croisements de variétés conduit à trois affirmations qui semblent pouvoir être justifiées par l'expérience, à l'heure actuelle.

Tout d'abord, il n'y a pas de raison que la fertilité diminue, puisque tous les caractères sont accouplés dans l'hybride et qu'il ne peut en résulter aucun trouble, quel qu'il soit, dans la structure interne. En second lieu, la façon dont les deux types sont combinés est absolument indifférente; l'un ou l'autre peut être choisi comme parent femelle ou comme parent mâle, la paire dérivée aura la même constitution dans les deux cas et sera formée d'une unité active et d'une autre latente. En troisième lieu, la paire dérivée montrera l'unité active qu'elle renferme et l'hybride aura le caractère du parent dans lequel elle était visible. Or, la qualité active est celle de l'espèce et l'état latent est celui de la variété. On peut donc en conclure que l'hybride fait entre une espèce et sa variété régressive aura l'aspect de l'espèce. Le caractère différentiel peut être complètement développé et alors l'hybride ne pourra être distingué de l'espèce pure par son aspect extérieur; ou bien, le caractère pourra être incomplètement développé à cause du manque de la coopération de l'unité latente, et alors l'hybride sera, en un certain sens, intermédiaire entre ses parents. Ce dernier cas est plus rare que le premier, mais on peut admettre qu'il joue parfois un rôle important dans la variabilité de nombreux hybrides de fleurs.

Ces trois règles sont vérifiées dans un grand nombre d'exemples. La fertilité complète des hybrides de variété est si universellement reconnue qu'il n'est pas nécessaire de chercher pour en donner des preuves. Pour beaucoup de classificateurs éminents, c'est un moyen de distinguer les espèces des variétés et, au point de vue auquel nous nous plaçons actuellement, cette hypothèse est correcte; mais cette méthode est peu employée dans la pratique, puisque la diminution de fécondité se présente à tous les degrés dans les unions unisexuelles, selon l'amplitude des différences

qui existent entre les parents. Si ces différences sont faibles, si, par exemple, il n'y a qu'une seule unité spécifique différentielle, la diminution de fécondité peut être faible et même à peu près nulle. Nous voyons ainsi que cette méthode ne permet pas de résoudre les cas douteux, quoiqu'elle fournisse une preuve suffisante lorsque les différences sont plus accusées.

Notre seconde règle concerne les croisements réciproques. C'est le nom qu'on donne à deux combinaisons sexuelles des mêmes parents après avoir interverti les rôles. Dans les croisements unisexuels du genre *Oenothera*, les hybrides résultant de ces unions réciproques sont souvent différents, comme nous l'avons vu antérieurement; parfois tous deux ressemblent davantage au père, parfois davantage à la mère. Dans les croisements de variété, on ne connaît pas encore de semblables dissemblances. Il serait tout à fait superflu d'appuyer par des exemples particuliers cette règle, qui fut considérée autrefois, comme vraie pour les hybrides en général. Les travaux des anciens hybrideurs, comme Koelreuter et Gaertner, en donnent de nombreux cas.

Il n'en est pas de même pour la troisième règle que nous avons proposée. Autrefois, on n'insistait pas sur la distinction entre les espèces élémentaires et les variétés; le principe qui veut que des changements régressifs constituent le véritable caractère des variétés est tout nouveau. C'est pourquoi il est nécessaire de citer un nombre considérable de preuves de cette loi, à savoir qu'un hybride porte les caractères actifs de l'espèce et non les caractères inactifs de la variété choisie pour le croisement.

On peut encore l'énoncer sous une forme plus courte, en disant que le caractère actif prévaut dans l'hybride sur son antagoniste latent, autrement dit, l'un des caractères est dominant, l'autre récessif. Dans cette terminologie, le caractère de l'espèce domine dans l'hybride, tandis que celui de la variété est récessif; par suite, dans l'hybride, l'unité latente ou dormante est récessive. Il ne s'ensuit pas que ces trois mots aient la même signification, comme nous pourrions le voir tout à l'heure; le mot récessif ne s'applique qu'à l'état particulier dans lequel le caractère latent se trouve dans l'hy-

bride par son accouplement avec l'unité active antagoniste.

Il est de la plus haute importance de considérer tout d'abord les croisements entre les variétés d'origine connue et les espèces dont elles sont nées. Quand nous traiterons des mutations de la Chélidoine, nous pourrons voir que la forme laciniée est née de la Chélidoine commune dans un jardin d'Heidelberg vers 1590. Parmi mes Enothères, l'une des mutantes les plus anciennes est l'*O. brevistylis* ou forme à style court trouvée pour la première fois en 1889. Le troisième exemple que j'examinerai est une variété glabre de la Lychnide nocturne, *Lychnis vespertina*, trouvée la même année et qui, jusqu'ici, n'avait pas été observée.

Pour ces trois exemples, j'ai fait les croisements de la variété avec l'espèce parente et toujours l'hybride fut semblable à l'espèce et non à la variété; dans aucun cas, il ne fut intermédiaire; il est donc prouvé que le caractère le plus ancien domine le plus jeune. Les relations que l'on a établies entre la plupart des variétés sauvages et cultivées et leurs espèces parentes reposent sur des comparaisons. Souvent, on sait que la variété est plus jeune; parfois elle peut n'être que localisée; mais ordinairement les documents historiques concernant son origine n'ont jamais été connus ou sont depuis longtemps oubliés.

Les croisements de variétés les plus faciles et les mieux connus ont été faits entre les variétés à fleurs blanches et leurs espèces à fleurs rouges ou bleues. Ici, la couleur domine, dans l'hybride, l'absence de pigment et, en général, l'hybride est de couleur aussi foncée que l'espèce et n'en peut être distingué sans l'étude de ses qualités héréditaires. On peut citer les exemples fournis par les variétés blanches de Muflier, de Trèfle rouge, de Violette cornue (*Viola cornuta*), de l'Aster des bords de la mer (*Aster Tripolium*) de la Nielle des blés (*Agrostemma Githago*), du Silène à bouquets (*Silene Armeria*) et de beaucoup d'autres fleurs horticoles comme les *Clarkia pulchella*, *Polemonium caeruleum*, *Veronica longifolia*, les Gloxinias. Si la teinte rouge est surajoutée à un fond jaune, la variété sera jaune et l'hybride aura le mélange de rouge et de jaune qui caractérise l'espèce, comme dans la genre *Geum*.

La Linaire a des fleurs en forme de gueule dont le palais est de couleur orange et il existe une variété dans laquelle le palais est de la même teinte jaune que les autres parties de la corolle; l'hybride de ces deux formes est, à tous les points de vue, semblable à l'espèce.

Dans les baies, la même règle prévaut. La Morelle noire a une variété à baies jaunes et la couleur noire réapparaît sur l'hybride. La coloration des feuilles de quelques plantes de jardin en donne aussi des exemples, comme l'Amarante pourpre (*Amarantus caudatus*) qui a une variété verte; leur hybride a le feuillage rouge de l'espèce.

Des caractères particuliers aux feuilles et aux fleurs suivent la même règle. Quelques variétés de Pavots ont de larges taches noires à la base des pétales, tandis que d'autres ont des taches entièrement blanches. Si on croise deux variétés de cette sorte, le « Méphisto » à cœur noir avec le « Danebrog » à cœur blanc, par exemple, l'hybride montrera le caractère actif, c'est-à-dire les taches noires.

Le croisement d'espèces poilues avec leurs variétés glabres fournit des hybrides poilus, comme on le voit dans quelques Blés, dans le *Lychnis*, le *Biscutella* et d'autres. La même règle subsiste pour les croisements entre les espèces épineuses et leurs dérivées sans épines, comme dans le *Datura* et la Renoncule des champs (*Ranunculus arvensis*).

On constate l'absence d'amidon dans les graines de quelques variétés de Maïs et de Pois. Lorsque ces variétés régressives sont croisées avec les types qui produisent de l'amidon, l'amidon prévaut dans l'hybride.

Il serait trop long de donner d'autres exemples. Il faut cependant insister sur ce fait que ce n'est pas la relation systématique des deux formes croisées qui détermine la nature de l'hybride, mais seulement la présence de la même qualité, à l'état actif dans l'une des formes et à l'état inactif dans l'autre. Ainsi, partout où cette relation existe entre les parents d'un croisement, la qualité active prévaut dans l'hybride, même si les parents diffèrent l'un de l'autre à d'autres points de vue, autant qu'on peut le reconnaître sur des espèces systématiques. Les Lychnides blanche et rouge donnent un hybride rouge, les Jusquiames brune et pâle (*Hyoscyamus niger* et

*H. pallidus*) donnent un hybride avec les veinules et le cœur de la corolle brune de la première, les *Datura* blanc et bleu produisent un hybride bleu, etc... Ces faits sont communs chez les plantes cultivées.

Après avoir donné cette longue liste d'exemples de la règle de dominance du caractère actif sur l'unité latente correspondante, on peut se demander comment les unités antagonistes sont combinées dans l'hybride. Cette question est d'une importance capitale en ce qui concerne la descendance des hybrides; avant de l'examiner, il n'est pas inutile de chercher la signification réelle du mot récessivité dans les hybrides.

Les caractères récessifs sont connus par les rares cas où les hybrides retournent à la variété parente par variations de bourgeons ou sports, analogues à la disjonction de *Cytisus*, *Adami* dont on a déjà parlé. Dans cet exemple, il n'existe pas une grande série des caractères différentiels entre les parents; cet hybride très curieux est extrêmement simple et la disjonction se limite à l'activité ou à l'inactivité d'une seule qualité.

On peut citer aussi l'exemple de la Véronique à longues feuilles (*Veronica longifolia*) qui a de longs épis de fleurs bleues. L'hybride de cette espèce et de sa variété à fleurs blanches a une corolle bleue; mais il donne accidentellement quelques fleurs d'un blanc pur et montre ainsi qu'il peut disjoindre les caractères hérités de ses parents et qui sont combinés dans sa structure intime. Ce retour est loin d'être commun; on peut s'attendre à en trouver au moins un dans des lots de milliers d'épis fleuris. Parfois c'est une tige complète, une sorte de rejet de la souche, qui ne porte que des fleurs blanches sur tous ses épis; parfois aussi, il n'y a qu'une branche latérale qui fasse retour et qui donne une grappe des fleurs blanches au milieu des autres qui restent bleues. Il arrive même qu'un épi se différencie dans le sens de la longueur et porte, sur un côté, des corolles bleues, sur l'autre, des corolles blanches; la bande blanche qui suit l'épi est variable, longue et large, ou étroite et courte. Il est évident que les caractères hérités des parents ne s'influencent pas mutuellement durant la vie complète de l'hybride; ils travaillent côte

à côté; l'élément actif prévaut toujours sur son opposé latent qui est prêt à se montrer dès que l'occasion se présente.

Aujourd'hui, il est généralement admis que le mélange incomplet des qualités des parents dans l'hybride, que leur combinaison incertaine et limitée, est la véritable cause des nombreuses anomalies, fournies par les hybrides de variétés. Les disjonctions sont rares dans les hybrides mêmes; elles sont la règle dans leur descendance. Les disjonctions, qui semblent presque impossibles dans la multiplication végétative, sont très faciles à produire par la reproduction sexuelle, même si faciles qu'elles apparaissent presque dans chaque cas particulier.

Abandonnons donc la première génération, c'est-à-dire les hybrides initiaux, et passons maintenant à l'étude de leur descendance. Les hybrides doivent être fécondés avec leur propre pollen ou avec celui d'un autre individu né du même croisement; dans ce cas seulement, la descendance peut être considérée comme propre à fournir des documents sur la nature interne des hybrides eux-mêmes. Les horticulteurs préfèrent, en général, féconder les hybrides avec le pollen de leurs parents; cette opération doit être considérée comme un nouveau croisement et par suite il faut l'exclure complètement de notre discussion actuelle. C'est pourquoi on ne peut obtenir de notions claires sur l'hérédité des hybrides que par des expériences scientifiques. Il se peut d'ailleurs qu'une certaine diversité observée dans la descendance d'un croisement ordinaire soit due à l'instabilité des parents eux-mêmes ou au moins de l'un d'eux, puisque les horticulteurs choisissent ordinairement, pour leurs croisements, des familles déjà très variables. Si l'on combine une famille instable avec une espèce nouvellement importée qui possède des qualités recherchées, il peut en naître une nouvelle famille ayant à la fois les attributs nouveaux et toute la variabilité des vieux types. Dans les recherches scientifiques faites pour l'étude des lois générales de l'hybridité, il faut exclure complètement ces cas complexes et considérer la pureté héréditaire des parents comme une des premières conditions de succès. Il faut, en outre, que la progéniture soit nombreuse, puisque ni la constance, ni les proportions exactes dans

le cas d'instabilité, ne peuvent être déterminées avec un petit lot de plantes.

Enfin, pour arriver à un choix défini du matériel de recherches, on doit se souvenir que l'objet capital est d'établir les relations qui unissent les descendants à leurs parents. Or, dans presque tous les cas, les semences sont séparées des fruits et mélangées avant qu'il soit possible de juger de leurs qualités; on peut ordinairement ouvrir un fruit et en compter les graines sans rien remarquer de particulier concernant la nature de leurs caractères. A ce point de vue, aucune plante n'est plus commode que le Maïs, puisque les grains restent fixés sur l'épi et que la variété, comme on l'a dit plus haut, est caractérisée par la couleur, la constitution ou par d'autres qualités visibles des grains. Un grain de Maïs toutefois n'est pas une semence, mais un fruit qui renferme une semence; la partie externe appartient donc à la plante mère, l'intérieur seul constitue la plantule et par conséquent appartient à la génération suivante. Les caractères du fruit n'offrent pas les qualités dont nous avons besoin; les qualités qui résultent de la fécondation sont seules caractéristiques de la nouvelle génération. Ces caractères sont fournis tantôt par la couleur, tantôt par la constitution chimique.

Nous allons étudier la transmission des caractères de cette dernière catégorie et comparer le Maïs sucré au Maïs ordinaire qui produit de l'amidon. Avant la maturité, le Maïs sucré et le Maïs amylicé ont tous deux des fruits lisses. Aucune différence n'est visible sur les jeunes épis mûrs. Seuls le goût ou l'analyse chimique directe peuvent révéler la dissemblance qui apparaît aussitôt que les épis sont desséchés. Les grains amylicés restent lisses, les grains sucrés perdent tant d'eau qu'ils serident. Les premiers sont opaques, les derniers sont plus ou moins transparents. Pour chaque grain particulier, on peut dire aussitôt auquel des deux types il appartient, même s'il n'y a qu'un seul grain sur l'épi qui diffère de tous les autres. De plus, on compte facilement les grains sur les épis et, comme les épis ordinaires portent de 300 à 500 grains et souvent davantage, on peut déduire avec une grande exactitude le rapport numérique des différents types.

Décrivons maintenant l'expérience. Les deux variétés sucrée et amylacée sont à ce point de vue complètement stables et, si on les cultive isolément, aucun changement n'apparaît dans les épis des deux formes. Il est d'ailleurs très facile de faire le croisement; la meilleure méthode consiste à cultiver les deux types en rayons alternes et à couper les panicules mâles quelques jours avant l'ouverture des premières fleurs. Si cette opération est faite sur tous les individus d'une variété, en épargnant les panicules de l'autre, il est évident que toutes les plantes seront pollinisées par la dernière et que par suite les plantes châtrées ne porteront que des semences hybrides.

L'expérience peut être faite de deux façons, par la castration de la variété sucrée ou amylacée et, dans les deux cas, les grains hybrides sont semblables. Au point de vue de la composition, ils montrent le caractère actif de la variété amylacée. Le sucre s'accumule dans le grain parce que la plante est incapable de le transformer en amidon et l'absence de la qualité de faire de l'amidon doit être considérée comme un caractère de variété régressive. L'unité spécifique, production d'amidon, qui est active dans les sortes ordinaires de Maïs est, par conséquent, latente dans le Maïs sucré.

Pour obtenir la seconde génération, on sème les grains hybrides dans les conditions ordinaires, mais assez écartés de toute autre variété de Maïs pour assurer la fécondation pure. Les divers individus peuvent se polliniser entre eux ou être pollinisés artificiellement avec leur propre pollen. Le résultat de ces expériences apparaît sur les épis, dès qu'ils sont secs.

Chaque épi porte deux sortes de grains irrégulièrement dispersés et, à ce point de vue, tous les épis sont semblables. On peut remarquer au premier examen que la majorité des grains renferment de l'amidon, tandis que les autres se rident et deviennent transparents comme les grains sucrés. On voit donc de suite que la race hybride n'est pas stable, mais que les caractères des parents se sont dissociés de telle sorte que ceux de la variété sont purs et nettement séparés. Il est impossible de dire, d'après l'inspection des épis, s'il en est de même pour la forme à grains amylacés, puisque nous

avons vu que, dans la première génération, les grains hybrides ne peuvent être distingués, par l'aspect, des grains purs qui produisent de l'amidon.

Il est très facile de compter sur les épis de ces hybrides les nombres de grains de chaque sorte; on trouve que la proportion est presque la même sur tous, avec de faibles variations, même si on en examine des centaines. Un quart des semences est ridé et les trois quarts sont toujours lisses. Les proportions peuvent varier dans chaque cas particulier, être légèrement inférieures à 25 %, osciller par exemple entre 20 et 27 %, mais, en général, la moyenne est presque égale à 25 %.

Les grains sucrés pris à part sur les épis hybrides et semés séparément donnent naissance à une race pure sucrée, nullement inférieure en pureté à la variété initiale. Il n'en est pas de même pour les grains amylicés dont certains ont une constitution intime semblable à celle des hybrides de la première génération, tandis que les autres sont identiques au parent d'origine. Pour connaître leur nature, il faut examiner leur descendance.

Pour étudier la troisième génération d'hybrides, nous prendrons un autre exemple, celui du Pavot, dont les fleurs ont, en général, un cœur sombre, les extrémités inférieures des quatre pétales étant teintées d'un violet sombre ou souvent presque noir. Beaucoup de variétés présentent ce caractère qui forme une grande croix noire au centre des fleurs; il en est d'autres où, par l'absence de pigment, la croix est d'un blanc pur. La qualité d'avoir du pigment est seulement réduite à l'état latent, comme dans beaucoup de cas de décoloration, puisqu'elle réapparaît quand on croise ces variétés avec l'espèce à cœur noir. Dans mes croisements, j'ai pris le « Méphisto » à croix noire et le « Danebrog » ou drapeau danois à croix blanche sur fond rouge. Un quart (22,5 %) des graines de chaque capsule autofécondée fit retour au caractère de la variété à croix blanche et les trois quarts (77,5 %) conservèrent la croix noire. Les fleurs furent de nouveau autofécondées après l'exclusion de la visite des insectes; les récessifs ne donnèrent que des récessifs. Nous pouvons donc en conclure que les caractères de variété avaient repris

leur stabilité. Les dominants à cœur noir se comportaient de deux façons différentes. Certains restaient fidèles à leurs types et tous leurs descendants avaient le cœur noir; ils avaient évidemment fait retour au parent à caractère actif et étaient aussi purs que les récessifs l'étaient eux-mêmes. Mais les autres dominants conservaient fidèlement le caractère hybride de la génération antérieure et donnaient dans leur descendance exactement les mêmes mélanges qu'avaient donnés leurs parents, c'est-à-dire les hybrides de première génération. Cette troisième génération prouve par conséquent que si la seconde ne montrait en apparence que deux types, il y en avait en réalité trois bien différents. Deux d'entre eux avaient repris la stabilité des variétés initiales et le troisième avait conservé l'instabilité des hybrides.

Il faut maintenant établir les relations numériques qui existent entre ces groupes. Nos expériences donnèrent les résultats suivants :

Croisement	1 <sup>e</sup> Génération	2 <sup>e</sup> Génération	3 <sup>e</sup> Génération
Méphisto	} tous Méphisto	} 77,5 0/0 Dominants	} 4 — 100 0/0 Méphisto 9 — tous hybrides avec 82,68 0/0 dominants et 17,32 0/0 récessifs.
Danebrog			

L'examen de ces chiffres montre qu'il y a un quart de récessifs stables, comme on l'a déjà dit, puis un quart de dominants stables et le reste ou la moitié d'hybrides instables. Les deux groupes ont par conséquent réapparu dans les mêmes proportions. Désignons par A, les individus possédant les caractères actifs purs, par L ceux qui possèdent les caractères latents et par H les hybrides; les proportions peuvent être exprimées par la formule suivante :

$$1 A + 2 H + 1 L.$$

Cette formule simple qui donne la composition de la seconde génération des hybrides de variétés ne différant que par un seul caractère différentiel est appelée loi de Mendel. Mendel la publia en 1865, mais son mémoire resta presque inconnu des savants qui s'occupèrent des hybrides. C'est

seulement dans ces dernières années que cette loi a acquis une place importante dans la littérature scientifique et a pris le premier rang dans la recherche des problèmes fondamentaux de l'hérédité. Envisagée avec les idées modernes sur les unités spécifiques, elle constitue actuellement l'une de nos découvertes les plus importantes sur l'hérédité et exerce une influence déjà grande et qui sera durable sur la science de l'hybridation en général.

Mais, par sa nature même et par le choix du matériel fait par Mendel, elle est limitée aux croisements bisexuels ou de variétés. Mendel accouple les caractères, donne au caractère actif de la paire le nom de dominant et au caractère latent le nom de récessif, sans autre étude de la question de latence. Il a vérifié la loi pour une importante série de variétés de Pois, mais elle est valable, sans exceptions apparentes, pour de nombreux croisements de caractères de variétés. De multiples essais ont été faits récemment; on les a suivis et on a calculé les proportions pour trois générations et plus; chaque fois les nombres trouvés ont été assez voisins des nombres théoriques pour qu'on s'y fie; la prédiction de Mendel s'est trouvée vérifiée.

D'après la loi de Mendel, les groupes de caractères opposés dans l'hybride se dissocient dans la descendance; certains individus retournent aux parents purs, d'autres se croisent de nouveau entre eux de façon à fournir une nouvelle génération d'hybrides. Mendel a donné une explication très suggestive et très simple de ce phénomène. En adoptant la terminologie en usage de nos jours et en la limitant aux croisements de formes ne différant que par une seule unité, nous pouvons la traduire ainsi :

Dans la fécondation, les caractères des deux parents ne sont pas intimement mélangés, mais restent séparés quoique très étroitement combinés durant la vie de l'hybride. Ils sont combinés de telle sorte qu'ils agissent toujours simultanément et ont une influence presque égale sur tous les processus de l'évolution individuelle complète. Mais lorsqu'arrive l'époque de la reproduction, ou plutôt, celle de la formation des cellules reproductives qui, par leur combinaison, produisent les descendants, les deux caractères des parents se

séparent et entrent isolément dans les cellules sexuelles. Par suite, il semble qu'une moitié des cellules polliniques aura la qualité de l'un des parents et l'autre moitié celle de l'autre parent. Il en est de même pour les ovules. La qualité est évidemment latente dans le pollen et dans l'ovule, mais prête à se développer dès que la fécondation a eu lieu.

Cette loi nous permet maintenant d'examiner les résultats de l'autofécondation des hybrides. Nous admettons que de nombreux grains de pollen fertilisent de nombreux ovules, hypothèse qui permet de suite l'application de la loi du calcul des probabilités et de conclure qu'une moitié de chaque sorte de grains de pollen fécondera les ovules portant la même qualité, tandis que l'autre moitié fécondera les ovules portant le caractère opposé.

Appelant P le pollen et O les ovules et représentant le caractère actif par P et O, le caractère latent par P' et O', les combinaisons seront les suivantes :

P + O donnent des paires uniformes avec le caractère actif;

P + O' donnent des paires hétérogènes;

P' + O donnent des paires hétérogènes;

P' + O' donnent des paires uniformes avec le caractère latent.

Les quatre groupes ont évidemment la même importance; chacun d'eux renferme le quart des descendants. Ils correspondent, d'autre part, aux résultats directs des expériences; P + O représentent les individus qui retournent au caractère de l'espèce, P' + O' ceux qui retournent au caractère de la variété et P + O' et P' + O ceux qui sont hybridés pour la seconde fois. On est ainsi conduit à la forme suivante de la formule de Mendel :

$$P + O = 1/4 \text{ actif ou } 1 A;$$

$$\left. \begin{array}{l} P + O' \\ P' + O \end{array} \right\} = 1/2 \text{ hybride ou } 2 H;$$

$$P' + O' = 1/4 \text{ latent ou } 1 L;$$

formule théorique qui traduit exactement la loi empirique de Mendel donnée plus haut.

Pour établir le bien-fondé de ces hypothèses, Mendel a imaginé des expériences de croisement très simples qu'il a

effectuées avec ses variétés de Pois. Je les ai reproduites avec le Maïs sucré qui donne un matériel d'expérimentation bien meilleur. En effet, si l'on emploie pour la fécondation une seule sorte de grains de pollen, la diversité des ovules devient immédiatement manifeste et vice versa. En d'autres termes, si l'on empêche l'autofécondation d'un hybride et qu'on le féconde par l'un de ses parents, le résultat fournira le moyen de juger la valeur du principe de Mendel.

Pour voir des différences de grains sur les épis de Maïs produits de cette façon, il est naturellement nécessaire de les féconder avec le pollen de la variété et non avec celui de l'espèce qui donnerait des grains amylocés en partie purs, en partie hybrides, mais d'aspect analogue. Si on pollinise l'hybride avec le pollen d'un Maïs sucré d'origine pure, on peut prévoir le résultat qui sera le suivant.

Si une moitié des fleurs de l'épi hybride renferme des caractères paternels à l'état latent et l'autre moitié les qualités latentes maternelles, le pollen du Maïs sucré se combinera avec une moitié des ovules pour donner des hybrides et avec l'autre moitié pour donner des grains sucrés purs. Par suite, nous voyons qu'il serait possible de compter directement les deux sortes d'ovules en examinant les épis mûrs et secs. L'expérience nous montre que les deux types d'ovules existent en nombres presque égaux; une moitié des grains reste lisse, l'autre moitié se ride.

L'expérience réciproque peut être faite en fécondant des plantes d'une race sucrée pure avec le pollen d'un hybride. Les épis donneront exactement le même mélange que dans le cas précédent et prouveront cette fois, d'une manière concluante, que la moitié des grains de pollen a la qualité de l'un des parents, tandis que l'autre moitié a la qualité de l'autre parent.

La loi de Mendel entraîne une autre conséquence. Dans chaque génération, la moitié des individus redevient pure et l'autre moitié reste hybride. Cette dernière fraction répétera le même phénomène de disjonction dans sa descendance et il est facile de voir que la même règle s'appliquera aux générations suivantes. Selon le principe de Mendel, il y aura chaque année une nouvelle hybridation ne différant en rien de

la première. Si les hybrides sont seuls propagés, chaque année, un quart de leur descendance présentera le type de la variété et la moitié des semences restera hybride. J'en ai fait l'expérience avec un hybride de la Morelle commune à baies noires et de sa variété à baies d'un jaune pâle, *Solanum nigrum chlorocarpum*. J'ai cultivé huit générations d'hybrides en négligeant toujours les descendants qui retournaient aux parents. J'ai dénombré la progéniture de la sixième et de la septième génération et trouvé, pour les trois groupes de descendants, des nombres qui correspondent exactement à la formule de Mendel.

Nous nous sommes limités jusqu'ici à l'étude des caractères différentiels isolés, étude qui donne une idée claire du phénomène fondamental de la fécondation hybride. Elle montre tout de suite l'exactitude de l'hypothèse relative à l'existence d'unités spécifiques et à leur accouplement dans la combinaison sexuelle. Mais la loi de Mendel ne s'applique pas seulement à ces cas simples. Bien au contraire elle explique les questions les plus compliquées de l'hybridation, pourvu qu'on reste dans les limites des unions bisexuelles; dans ce domaine, presque tous les résultats peuvent être calculés à l'avance en se basant sur le principe de la probabilité. Les différentes paires de caractères opposés doivent être indépendantes et non influencées par les autres paires; il en est presque toujours ainsi quoiqu'il y ait de rares exceptions. Il est donc nécessaire de présenter les prévisions faites à l'aide de la loi de Mendel comme des probabilités qui se vérifieront dans la plupart des cas, mais pas nécessairement dans tous. Ici, nous n'étudierons que les cas normaux.

Le premier exemple à prendre est évidemment celui du croisement de deux parents qui ne diffèrent que par deux caractères; les *Datura* en donnent un excellent. J'ai croisé la forme épineuse à fleurs bleues, généralement connue sous le nom *Datura Tatula*, avec le type blanc sans épines ou *Datura Stramonium inermis*. Les caractères dominants sont évidemment la couleur bleue et la présence d'épines, puisqu'ils sont visibles dans les hybrides. Dans la seconde génération, les deux paires de caractères se dissocient en leurs éléments et s'accouplent de nouveau suivant la loi de Mendel.

J'ai compté dans la descendance de mes hybrides isolés pendant la floraison :

128 individus à fleurs bleues et à épines ;
47 — — — sans épines ;
54 à fleurs blanches et avec épines ;
21 — — — sans épines ;
<u>250.</u>

La signification de ces chiffres est facile à voir. Si l'on admet l'hypothèse que les deux caractères suivent les lois de Mendel et sont indépendants, nous aurons trois quarts des descendants à fleurs bleues et un quart à fleurs blanches ; de plus, chacun de ces deux groupes renfermera des plantes avec et sans épines dans le même rapport numérique. Par suite, nous observerons quatre groupes de descendants dont nous pouvons calculer les proportions de la manière suivante :

		Proportions	
Bleus avec épines	$3/4 \times 3/4 = 9/16$	56,25 %	9
Bleus sans épines	$3/4 \times 1/4 = 3/16$	18,75 %	3
Blancs avec épines	$1/4 \times 3/4 = 3/16$	18,75 %	3
Blancs sans épines	$1/4 \times 1/4 = 1/16$	6,25 %	1

Pour comparer ces résultats de la loi de Mendel avec ceux de nos expériences, nous devons donner les pourcentages obtenus dans celles-ci :

	Proportions trouvées	Calculées
Bleus avec épines	128 = 51 %	56,25 %
Bleus sans épines	47 = 19 %	18,75 %
Blancs avec épines	54 = 22 %	18,75 %
Blancs sans épines	21 = 8 %	6,25 %

La concordance des résultats de l'expérience et du calcul est aussi grande qu'on peut l'espérer et confirme l'hypothèse que nous avons faite de l'indépendance des deux couples de caractères.

Cette expérience ne doit être considérée que comme un exemple d'une règle très générale qui s'appliquera évidemment à tous les cas qui remplissent les deux conditions déjà

posées, à savoir que chaque caractère suit la loi de Mendel et que les deux caractères sont complètement indépendants l'un de l'autre. Il est clair que nos chiffres donnent la composition numérique de la descendance hybride pour chaque cas particulier, sans tenir compte de la nature morphologique des qualités en question.

Mendel a prouvé l'exactitude de ces déductions par ses expériences sur les Pois en combinant la couleur (jaune ou verte) et la composition chimique (amylacée ou sucrée) des graines et d'autres paires de caractères. J'en donnerai aussi deux nouveaux exemples fournis par les croisements des *Lychnis* ordinaires. J'ai utilisé la Lychnide diurne à fleurs rouges, qui est une plante herbacée vivace et une variété glabre de la Lychnide nocturne à fleurs blanches, qui fleurit, en général, dès la première année. La combinaison des couleurs des fleurs et de la pubescence donne la répartition suivante, pour la seconde génération hybride :

	Nombres	%	Calculés
Poilue et rouge	70	44	56,25 %
Poilue et blanc	23	14	18,75 %
Glabre et rouge	46	23	18,75 %
Glabre et blanc	19	12	6,25 %

Pour la combinaison de la pubescence et de la qualité de fleurir la première année, j'ai trouvé :

	Nombres	%	Calculés
Poilue et fleurie	286	52	56,25 %
Poilue, sans tiges	128	23	18,75 %
Glabres et fleurie	96	17	18,75 %
Glabres, sans tiges	42	8	6,25 %

Différents auteurs ont fait l'épreuve de nombreux autres cas et le résultat général est que la loi de Mendel s'applique à tous ceux qui répondent aux conditions exigées plus haut.

J'ai choisi à dessein pour dernier exemple deux paires de caractères opposés relatifs à la même paire de plantes et pouvant être combinés dans une seule expérience et dans un seul calcul. Pour pouvoir appliquer la règle, il suffit d'admettre

que les mêmes conditions sont vérifiées, non plus pour deux, mais pour trois qualités différentes. Il est facile de voir que la troisième qualité se dissociera chaque fois, dans les quatre groupes précédents, en deux groupes plus petits dans la proportion de  $3/4$  à  $1/4$ .

Nous obtenons alors huit groupes qui sont :

$$\begin{aligned} 9/16 \times 3/4 &= 2764 \text{ ou } 42,2 \text{ } \text{‰} \\ 9/16 \times 1/4 &= 964 \text{ ou } 14,1 \text{ } \text{‰} \\ 3/16 \times 3/4 &= 964 \text{ ou } 14,1 \text{ } \text{‰} \\ 3/16 \times 1/4 &= 364 \text{ ou } 4,7 \text{ } \text{‰} \\ 3/16 \times 3/4 &= 964 \text{ ou } 14,1 \text{ } \text{‰} \\ 3/16 \times 1/4 &= 364 \text{ ou } 4,7 \text{ } \text{‰} \\ 1/16 \times 3/4 &= 364 \text{ ou } 4,7 \text{ } \text{‰} \\ 1/16 \times 1/4 &= 164 \text{ ou } 1,6 \text{ } \text{‰} \end{aligned}$$

Les caractères choisis pour notre expérience renferment l'absence de tiges et de fleurs dans la première année; il faudrait par suite une deuxième année pour déterminer la couleur des fleurs des échantillons vivaces. J'ai préféré choisir un autre caractère, fourni par les dents des capsules au moment de leur ouverture; elles se courbent vers l'extérieur dans la *Lychnide* rouge, mais cette qualité est perdue dans la *Lychnide* nocturne dont les dents ne s'écartent que jusqu'à ce qu'elles aient atteint la position verticale. La combinaison des poils, des couleurs et de la courbure des dents donne huit groupes composés comme il suit :

Plante	Flours	Dents des capsules	Nombres observés	%	Calculés
Poilue rouges		recourbées	91	47	42,2 ‰
Poilue rouges		dressées	15	7,5	14,1 ‰
Poilue blanches		recourbées	23	12	14,1 ‰
Glabre blanches		dréesses	17	8,5	4,7 ‰
Glabre rouges		recourbées	23	12	14,1 ‰
Glabre rouges		dressées	9	4,5	4,7 ‰
Glabre blanches		recourbées	5	2,5	4,7 ‰
Glabre blanches		dressées	12	6	1,6 ‰

La concordance est, comme on le voit, aussi complète que possible avec une expérience faite sur environ 200 plantes et

il n'est pas douteux que la répétition des cultures sur une plus grande échelle donnerait une concordance plus grande encore.

Nous pouvons faire de même des croisements offrant quatre caractères différentiels et plus. Chaque nouveau caractère doublera le nombre des groupes ; quatre caractères combinés formeront 16 groupes, cinq caractères, 32 groupes, six caractères, 64 groupes et 7 caractères, 128 groupes. On voit par là qu'il faudra augmenter l'étendue des expériences dans la même proportion, si l'on veut arriver à des nombres auxquels on puisse se fier également. Pour sept caractères différentiels, il faut au moins 16.384 individus pour obtenir la série complète des formes et même le groupe ayant les sept caractères à l'état latent ne renfermera qu'un seul individu.

Malheureusement l'importance pratique de ces calculs n'est pas très grande. Ils indiquent l'étendue des cultures nécessaires pour obtenir toutes les combinaisons possibles et montrent qu'il faut d'ordinaire cultiver des milliers d'individus pour épuiser la série complète des possibilités ; ils montrent aussi que, de tous ces milliers d'individus, il n'y en a qu'un très petit nombre qui soient constants dans leurs caractères ; en fait, il est facile de voir que, dans le cas de sept caractères différentiels, une seule plante parmi les 16.384 aura les sept qualités à l'état actif et pur et une seule aussi les aura toutes à l'état latent. Les autres groupes offrant certains caractères actifs et d'autres latents ne seront pas aussi restreints, mais ils se dissocieront tous dans les générations successives pour un ou plusieurs de leurs caractères actifs visibles. Or, puisqu'il est très rare de pouvoir distinguer par des caractères extérieurs les hybrides stables des hybrides instables, il faudra établir la stabilité de chaque individu porteur d'une combinaison désirée de caractères par des cultures expérimentales avec autofécondation rigoureuse. La loi de Mendel nous apprend donc à prévoir les difficultés, mais ne nous donne aucun moyen de les tourner. Elle montre la nécessité déjà rencontrée de l'isolement et de la fécondation pure, mais elle doit être travaillée et appliquée à un grand nombre de cas pratiques avant d'exercer une influence sérieuse en horticulture. Comme le

dit Bailey, nous commençons à connaître un sentier, mais un seul dans le labyrinthe décevant de l'hybridation.

Ce sentier doit être exploré en tenant compte des considérations suivantes. Nous ne devons pas faire des croisements d'espèces, ni de variétés, ni même d'anomalies. Nous devons croiser les unités spécifiques et ne considérer les plantes que comme les supports de ces unités. Nous pouvons admettre que ces unités sont représentées, dans la substance héréditaire du noyau des cellules, par des corps définis de taille trop petite pour qu'on les voie et qu'ils forment par leur groupement les chromosomes. Nous pouvons appeler des pangènes ces particules représentatives les plus intimes des unités spécifiques, selon l'hypothèse de Darwin relative à la Pangénèse, ou leur donner quelque autre nom. Nous pouvons même nous abstenir complètement de toute discussion théorique sur ce sujet et nous limiter à la conception d'unités spécifiques visibles qui peuvent être présentes ou absentes, c'est-à-dire actives ou latentes.

Les espèces élémentaires vraies diffèrent entre elles par le nombre de leurs unités spécifiques. Certaines espèces nouvelles sont nées par mutation progressive, par l'acquisition de caractères qui n'ont pas d'opposés. Une espèce possède des unités d'une sorte, une autre espèce des unités d'une autre sorte et leur combinaison ne peut déterminer des échanges. Le Mendélisme admet qu'il existe de ces échanges entre les unités du même caractère qui sont à un état différent, soit en activité, soit en latence; la loi de Mendel s'applique donc aux cas où le croisement oppose des couples d'unités, mais elle n'a aucun rapport, quel qu'il soit, avec les qualités qui ne peuvent s'opposer deux à deux dans les parents. Or, seules les variétés pures présentent les conditions requises.

Dans la variation des caractères, il y a deux sens possibles, le sens progressif et le sens régressif. Les modifications progressives donnent de nouvelles unités qui ne sont en opposition avec aucune autre; les changements régressifs mettent les unités actives à l'état latent et celles-ci peuvent ensuite s'accoupler. Les espèces nouvelles résultent de la combinaison de ces deux sortes de changements; elles diffèrent donc les

unes des autres en partie par des caractères spécifiques, en partie par des caractères de variété. Dans les croisements, les caractères spécifiques donnent des particularités stables, tandis que les caractères de variété se dissocient selon la loi de Mendel.

Les caractères non accouplés ou unisexuels se trouvent souvent associés à des qualités accouplées ou bisexuelles; il en est ainsi dans presque tous les croisements faits dans un but pratique et dans une très grande quantité d'expériences scientifiques. Les Pois, choisis par Mendel pour son étude des caractères bisexuels, n'étaient point purs à ce point de vue; ils l'étaient bien moins que les *Lychnis* cités plus haut qui ne diffèrent que par des caractères Mendéliens.

Il faut commencer par faire des études de comparaison et de systématique pour déterminer la véritable nature de chaque unité dans chaque plante particulière; les expériences de croisement doivent être basées sur ces distinctions qui permettent de prévoir les lois applicables dans chaque cas.



IV

VARIÉTÉS INSTABLES

---

ONZIÈME CONFÉRENCE

FLEURS STRIÉES

La terminologie est bien mal commode. Il est aussi désagréable d'être obligé de faire des noms nouveaux que d'être contraint à employer les anciens dans un sens inexact. Des lecteurs divers peuvent associer des idées différentes à propos des mêmes mots et c'est malheureusement le cas de beaucoup de mots employés en parlant d'hérédité et de variation. Qu'est-ce qu'une espèce et qu'est-ce qu'une variété? Combien de notions différentes sont contenues dans les mots constance et variation? Nous sommes forcés de les employer, mais nous ne sommes pas sûrs du tout d'être bien compris en les adoptant.

Peu à peu les mots nouveaux naissent et font leur chemin. Ils ont une application plus limitée que les anciens et sont plus ou moins étroitement définis. Ils ne doivent pas remplacer les mots plus anciens, mais ils permettent d'employer ces derniers dans un sens plus général.

Un de ces mots à sens douteux est le mot *sport*. Il signifie souvent variation de bourgeon, mais parfois aussi il évoque la même idée que le terme mutation employé depuis longtemps en botanique. Toutes les formes de variations en apparence soudaines sont, à l'occasion, désignées sous ce nom par tel ou tel auteur; on dit même souvent que les anomalies accidentelles, telles que les ascidies tératologiques, naissent par sports.

Si nous comparons toutes ces conceptions différentes, nous trouvons que leurs caractères les plus généraux sont la soudaineté et la rareté du phénomène. Elles évoquent l'idée de quelque chose d'inattendu, de quelque chose qui n'apparaît pas toujours, ni régulièrement. Pourtant cette délimitation n'est pas absolue; il y a des processus qui se répètent régulièrement et qui néanmoins sont désignés sous le nom de sports; il faut adopter, au moins pour ces derniers, un autre mot.

Pour éviter, autant que possible, la confusion et faire moins de changements dans la terminologie existante, j'emploierai les mots, variétés « ever-sporting » ou *variétés instables*, pour les formes qui sont régulièrement propagées par graines d'origine pure et non hybride, et qui pourtant varient presque à chaque génération. Ce terme n'est pas nouveau, mais les faits qu'il désigne sont pour la plupart nouveaux et doivent être examinés sous un jour nouveau. Le sens en sera expliqué aussitôt par l'exemple des fleurs striées. Dans la discussion qui suit, on a trouvé plus commode de donner d'abord un résumé de ce que l'on connaît à leur sujet et de continuer par l'examen détaillé des preuves expérimentales qui viennent à l'appui de la thèse que nous soutenons.

On sait que la variété striée du Pied d'alouette de nos jardins produit des fleurs unicolores, en plus des fleurs striées. Ces deux sortes de fleurs peuvent être portées par le même rameau ou par des branches différentes; il peut se faire aussi que certaines plantes, issues de la même plante mère, portent des fleurs d'une seule couleur, alors que d'autres sont striées. Ces anomalies sont ordinairement appelées sports; mais comme elles se présentent chaque année et régulièrement et qu'on peut les observer chaque fois que les cultures sont assez étendues, j'appelle ces formes, variétés « ever sporting » ou « variétés instables ».

Le Pied d'alouette strié est une des variétés horticoles les plus anciennes. Il a conservé sa propriété de varier pendant des siècles et on peut, par suite, à un certain point de vue, le considérer comme tout à fait stable. Ses variations sont limitées dans un cycle plutôt étroit et ce cycle est aussi constant

que les particularités de toute autre espèce ou variété stable. Mais, dans ce cycle, il est toujours changeant, allant des stries fines aux raies larges et de la teinte bigarrée aux couleurs pures. Ici, la variation est d'une constance absolue, le caractère constant consiste en un éternel changement. Ces associations de mots, contradictoires en apparence, sont inévitables lorsque nous appliquons les vieux termes à des cas aberrants de cette sorte, quoiqu'ils ne soient pas du tout nouveaux. Le mot qui paraît le mieux exprimer la combinaison de la constance et de la qualité de changer semble bien être celui de « variété instable ».

Nous passons maintenant à la discussion de la nature exacte de ces variétés et des lois de l'hérédité qui les régissent; mais il faut aussi montrer que ce nouveau type de formes est très commun. Il renferme la plupart des races horticoles soi-disant variables et, en plus, un grand nombre d'anomalies.

Toute « variété instable » possède au moins deux types différents entre lesquels elle varie à tous les degrés, mais auxquels elle est absolument limitée. Les feuilles panachées fluctuent entre le vert et le blanc, ou entre le vert et le jaune, et présentent des associations de ces couleurs avec presque tous les contours possibles. Mais, dans ce cas, la variation a une limite et les contours même sont, en général, nettement définis pour les variétés particulières. Les fleurs doubles fournissent un exemple analogue; les limites extrêmes de la variation sont, d'une part, le type simple et, de l'autre, le type presque complètement double. Il en est de même pour les monstruosité; la race monstrueuse comprend des individus anormaux et des individus normaux entre lesquels on trouve toutes les combinaisons possibles de parties normales et anormales; mais la variation est limitée à l'anomalie seule et, si grande que puisse paraître l'anomalie à première vue, elle a en réalité des limites restreintes. Beaucoup de monstruosité, telles que les fascies, les ascidies, les feuilles laciniées, les fleurs péloriées et d'autres, constituent des variétés instables qui reproduisent, chaque année et à chaque génération, leurs anomalies, changent autant qu'il est possible entre leurs limites, mais restent

absolument dans ces limites aussi longtemps que la variété existe.

Ce doit être une très curieuse combinaison des unités spécifiques que celle qui détermine cet état de variabilité continue; la qualité pure de l'espèce doit être combinée avec la particularité de la variété de telle façon que l'une exclut l'autre ou la modifie à un certain point, quoique toutes deux ne se développent jamais complètement sur la même partie de la même plante. Une corolle ne peut être simultanément unicolore et striée, et la même partie d'une tige ne peut être à la fois tordue et droite, mais les organes voisins peuvent montrer les caractères opposés côte à côte.

Pour mieux examiner le mécanisme réel de ce mode de variation et de cette tendance constante à des retours imprévus, il est préférable de se limiter tout d'abord à un cas particulier et d'essayer de réunir toutes les preuves qu'on peut tirer d'un examen des relations héréditaires des divers éléments qui le composent.

Le meilleur procédé consiste à déterminer le degré de transmissibilité héréditaire des divers éléments d'une race pendant une série d'années. Il faut seulement prendre soin d'exclure toute fécondation croisée et de récolter les semences de chaque individu séparément. Nous n'avons pas besoin de prouver que la variété comme telle est stable; cela résulte, dans de très nombreux cas, du simple fait de l'ancienneté des variétés. Nous voulons connaître seulement la part de chaque individu ou de chaque groupe d'individus ayant ce caractère dans la ligne commune de l'hérédité; en d'autres termes, nous devons établir un arbre généalogique embrassant plusieurs générations et relatif à tous les cas particuliers qu'on peut trouver dans la variété, en les considérant comme une partie de la généalogie du tout. Nous aurons ainsi une idée des relations héréditaires des individus pendant toute la vie de la variété.

Il est évident que la construction de cet arbre généalogique demande un grand nombre d'expériences distinctes qui doivent être continuées pendant plusieurs années. Chaque expérience doit renfermer un nombre d'individus assez considérable pour permettre de déterminer les pro-

portions des différents types dans la descendance d'une plante particulière. Une espèce qui est facilement auto-fécondée et qui donne une grande quantité de semence fournit naturellement le meilleur matériel d'expérimentation. J'ai choisi le Muflier commun des jardins, *Antirrhinum majus*, qui a beaucoup de variétés striées, certaines de haute taille, d'autres de taille moyenne, d'autres naines. Chez les unes, la couleur fondamentale des fleurs est jaune; chez d'autres, elle est blanche, le jaune disparaissant à l'exception de la large tache de la gorge. Sur ces couleurs fondamentales, le pigment rouge s'étend en raies d'un carmin pur, séparées de blanc là où le jaune fait défaut, ou bien il se combine au jaune pour donner des stries d'un rouge feu, séparées de jaune lorsque cette dernière couleur existe. La couleur jaune est tout à fait constante et ne varie pas beaucoup en intensité, bien qu'elle semble former des raies plus étroites ou plus larges, selon les parties de la corolle restées libres par l'absence de pigment rouge; il est facile de voir que cette apparence est trompeuse.

La variété de Muflier choisie était de taille moyenne avec une couleur fondamentale jaune; elle est connue des horticulteurs sous le nom d'*A. majus luteum rubro-striatum*. Comme la teinte jaune se montre invariable, je puis me limiter à la description des stries rouges.

Certaines fleurs de cette race sont striées, d'autres ne le sont point. Un examen rapide permet d'en faire trois types : les jaunes purs, les rouges purs et les types striés avec tous les intermédiaires allant des stries les plus étroites aux stries les plus larges et à raies plus ou moins nombreuses. Mais on ne réussit pas à trouver de grappes florales d'un jaune pur, si on les observe avec soin; on peut remarquer sur presque chaque fleur de très fines stries rouges qui sont les extrêmes de la réduction du rouge dans la série des variations. Celles-ci passent ensuite, par gradations presque infinies, aux raies les plus larges et même à des sections complètes d'un rouge pur. On trouve alors, entre ces fleurs striées et les fleurs complètement rouges, une autre lacune qui peut être dissimulée par le choix de nombreux individus à larges stries sans qu'on puisse pourtant la combler. Nous voyons

ainsi que les fleurs rouges constituent un type complètement distinct dans la variété striée.

Le type complètement rouge apparaît chaque année dans la forme striée et lui-même revient chaque année à la forme striée. C'est ce que l'on appelle les variations brusques, dans les descriptions habituelles de ce Muffier. La largeur des raies est considérée comme un cas ordinaire de variation, mais les fleurs rouges apparaissent brusquement, sans montrer les chaînons attendus, et sont regardés par suite comme des sports. De même les formes rouges peuvent subitement donner des formes striées; elles sont donc aussi capables de donner des sports, selon la valeur attribuée communément à ce mot.

Ces sports peuvent naître de différentes façons, par semences ou par boutures, ou même sur une seule grappe florale. Les deux retours opposés de la forme striée au rouge et du rouge à la forme striée se présentent dans les semis, même si l'on exclut de la manière la plus stricte la fécondation croisée. Dans mes expériences, ces retours sont la règle; les plantes parentes qui n'en donnent pas dans quelques-uns de leurs descendants sont très rares et n'existent peut-être pas. Je n'ai observé jusqu'ici de variations de bourgeon et de variations dans les grappes que sur les individus striés, jamais sur les rouges, mais je suis persuadé qu'ils apparaîtraient dans des cultures plus étendues; ils sont naturellement plus fréquents sur les individus à larges raies rouges que sur les plantes ne portant que des stries étroites, mais ils apparaissent parfois sur les individus d'un jaune presque pur. Les variations de bourgeons produisent des branches couvertes de grappes de fleurs d'un rouge uniforme et tous les bourgeons de la plante paraissent avoir des chances égales de se transformer ainsi. Certaines grappes striées portent un petit nombre de fleurs rouges ordinairement groupées du même côté; elles couvrent souvent un secteur nettement défini du rameau et c'est pourquoi on l'appelle variation sectoriale. Il arrive même que la portion de l'axe de la grappe florale qui porte ce secteur rouge se distingue par une coloration brunâtre ou rougeâtre, formant contraste avec la teinte verte des autres portions de la tige.

La variation sectoriale peut être regardée comme un mode spécial de variation de bourgeon; nous pouvons ainsi simplifier nos recherches et nous limiter à l'étude de l'hérédité de trois types qui sont, les plantes striées, les plantes rouges et les variations de bourgeon des individus striés. L'hérédité doit être observée, dans chaque cas, non pas pendant une seule génération, mais au moins pendant deux générations successives.

Après ces remarques préliminaires, je passe de suite à l'exposé de l'arbre généalogique qui résulte de mes expériences :

ANNÉES		
1896.	98 % Ind. striés	84 % Ind. rouges
1895.	Individus striés	Individus rouges
1895.	98 % Ind. striés	71 % Ind. rouges
1894.	Branches striées	Branches rouges
1894.	98 % Striés	76 % Rouges
1893.	90 % Individus striés	10 % Individus rouges
1892.	Individu strié	

Ces expériences furent commencées en 1892 avec un seul individu pris dans un grand lot de plantes striées, obtenues de graines d'une maison d'Erfurt. Les capsules de cet individu furent récoltées séparément et j'en obtins, l'année suivante, près de 40 plantes qui avaient pour la plupart des fleurs nettement striées; quelques-unes montraient des fleurs à stries plus larges et en plus des fleurs dont une moitié était rouge. Quatre individus seulement eurent des fleurs d'un rouge uniforme; ils furent isolés et fécondés artificiellement, ainsi que certains des individus les mieux striés. Les semences des divers parents furent semées à part pour permettre de déterminer la proportion des individus uniformément rouges de leur descendance.

Aucun des deux groupes ne fut stable, mais comme on pouvait s'y attendre, le type de la plante parente prévalut dans chacun d'eux, et plus nettement dans le cas des fleurs striées que dans celui des fleurs rouges; en d'autres termes, les retours par graines furent plus nombreux dans la descen-

dance des individus rouges qui avaient déjà fait retour que dans celle des types striés eux-mêmes; ces derniers en ont donné 2 % alors que les parents rouges en ont donné 24 %.

Parmi les plantes striées provenant des parents striés, j'ai trouvé quelques plantes qui produisirent des variations de bourgeons à fleurs rouges. J'ai réussi à isoler ces branches dans des sacs de papier et à les polliniser avec leur propre pollen, puis j'ai soumis les épis striés des mêmes individus à un traitement analogue. Trois plantes donnèrent une récolte suffisante des deux catégories et j'ai semé les six lots de graines à part. Les fleurs striées répétèrent leurs caractères dans 98 % de leurs descendants; les rameaux rouges dans 1 % seulement; les autres ont pris les caractères du groupe opposé. L'année suivante, j'ai continué l'expérience avec les graines récoltées sur les descendants des variations de bourgeon rouges. Les individus striés restèrent fidèles au type strié à raison de 95 %, mais les rouges seulement à raison de 84 %.

Ces chiffres montrent que les types rouges et striés diffèrent entre eux, non seulement par leurs caractères visibles, mais aussi par leur degré de variabilité. Les individus striés reproduisent leurs particularités à raison de 90-98 % de leur progéniture, 2 à 10 % prennent la couleur rouge uniforme. D'autre part, les individus rouges conservent leur caractère dans 71-84 % de leurs descendants, tandis que 16 à 29 % donnent de nouveau le type strié. Les deux types sont donc stables à un haut degré, mais le type strié l'est plus que le rouge.

Les chiffres montrent aussi que le degré d'hérédité ne dépend pas de la manière dont le sport a pris naissance. Les variations de bourgeons ont le même degré de stabilité que les variations de semis. Les variabilités sexuelle et asexuelle semblent par conséquent appartenir à un seul et même processus. Mais il faudrait étudier plus à fond cette question, ainsi que d'autres particularités de notre arbre généalogique; il semble qu'un travail orienté dans ce sens apporterait beaucoup de renseignements importants sur cette question et même jetterait quelque lumière sur la nature intime des variations de bourgeons des variétés instables en général. Il

faudrait, dans cette étude, déterminer le degré d'hérédité des variations sectoriales et d'autres particularités, telles que la largeur des stries.

Dans la pratique horticole ordinaire, il est désirable de donner quelques garanties sur ce que l'on peut attendre des semences de fleurs striées. Ni le type rouge pur, ni les grappes presque jaunes ne sont l'objet de cultures, puisque tous deux peuvent être obtenus purs de leurs variétés propres et distinctes. Pour obtenir dans la pratique la striation convenable, on rejette en général les deux types extrêmes et il faut les arracher dès le début de la floraison. Il convient aussi d'enlever les plantes à larges stries qui donnent une trop grande quantité de fleurs d'un rouge uniforme ; les individus à stries nettes, mais étroites, donnent toujours la semence convenable.

Si nous résumons, une fois de plus, les résultats de notre expérience généalogique, nous pouvons affirmer que la variété striée du Muflier est complètement stable et renferme les deux types opposés unicolore et strié. Elle doit être apparue pour la première fois dans les variétés uniformes et stables, vers le milieu du siècle dernier, dans la pépinière de MM. Vilmorin et elle gardera probablement ses caractères aussi longtemps qu'elle conservera la faveur populaire. On ne l'a jamais vu transgresser ses limites, ni donner des variétés sans retours, ni sports. Elle fluctue chaque année d'un extrême à l'autre ; ses caractères réapparaissent toujours l'année suivante ou dans le même été, sur des boutons particuliers. Très variable à l'intérieur de ses limites, elle est absolument constante ou permanente, si on la considère comme un groupe défini.

On rencontre souvent des cas analogues dans les plantes cultivées ; à l'état sauvage, ils semblent faire totalement défaut et ne se trouvent, ni comme anomalies accidentelles, ni comme des variétés distinctes. Au contraire, beaucoup de fleurs de jardin qui sont colorées dans les espèces et qui, en outre, possèdent une variété blanche ou jaune ont aussi des variétés striées. L'exemple le plus ancien est probablement celui de la Belle de Nuit du Pérou, *Mirabilis Jalappa*, qui avait déjà plus d'une variété striée à l'époque de son intro-

duction du Pérou dans les jardins d'Europe, vers le début du dix-septième siècle. Les Giroflées, l'Anémone hépatique (*Hepatica*), la Julienne des Dames (*Hesperis*), l'Œillet de poète (*Dianthus barbatus*) et les Pervenches (*Vinca minor*) semblent être dans le même cas, puisque leurs variétés striées furent signalées par les auteurs du même siècle. Les Tulipes, les Jacinthes, les Cyclamens, les Azalées, les Camellias, et même des plantes de jardin analogues au *Geranium des prés* (*Geranium pratense*) ont aussi des variétés striées. C'est toujours la couleur rouge ou bleue qui apparaît dans les stries; le fond sous-jacent est blanc ou jaune, selon l'absence ou la présence de jaune dans le mélange des couleurs de l'espèce initiale.

On sait que toutes ces variétés sont stables et conservent leurs caractères par semis pendant de nombreuses générations successives. Mais on n'est pas très documenté sur les particularités de leurs qualités héréditaires. Elles restent fidèles par semis, lorsque les graines sont prises sur des individus striés, mais parfois elles retournent au type unicolore correspondant. Il reste à étudier si ces retours se produisent avec des graines autofécondées et s'ils retournent de nouveau au type moyen du groupe au lieu de conserver les caractères des extrêmes. Il n'y a vraisemblablement aucune transgression réelle hors des limites du groupe et il ne doit jamais (ou seulement dans des cas très rares et à de longs intervalles de temps) se produire une autre race stable avec d'autres qualités héréditaires.

Pour m'en rendre compte, j'ai fait quelques cultures pédi-grées avec les formes striées de la Julienne des Dames (*Hesperis matronalis*) et du *Clarkia pulchella* qui sont toutes deux des variétés instables. Les expériences furent continuées, pendant cinq générations, avec la Julienne, durant quatre générations, avec le *Clarkia* strié, et comprennent la descendance d'un individu strié et d'un descendant unicolore rouge d'une plante striée initiale. Je n'ai point besoin de donner ici les chiffres qui établissent les relations numériques entre les différents types de chaque groupe; je me bornerai à constater qu'ils se sont comportés exactement comme les Muffiers.

Il n'est pas inutile de s'arrêter un moment sur la propriété

que possèdent les individus à fleurs rouges de reproduire le type strié dans leur descendance. Il est évident que cette qualité est restée latente pendant toute la vie. Darwin a déjà montré que si un caractère manque dans la première génération et réapparaît dans la seconde, il faut admettre que cette qualité est présente, quoique latente, dans la première génération. Aux nombreux cas analogues d'hérédité alternante cités par lui, on peut ajouter comme exemple nouveau celui des individus unicolores qui dérivent de la variété striée et qui y font retour. De plus, cet exemple est très suggestif, puisque la latence a manifestement un tout autre caractère que dans le cas des hybrides de Mendel; il se rapproche probablement plus des cas où les caractères sexuels secondaires, développés en général sur un seul sexe, sont transmis à leurs rejetons par l'intermédiaire de l'autre sexe.

Les stries ne sont nullement limitées aux fleurs, bien que ce soit le cas le plus fréquent; elles peuvent affecter toutes les feuilles, les fruits, les graines et même les racines. Le Radis offre un exemple intéressant de racine striée; on en cultive des variétés blanches et rouges de différentes formes et on voit parfois sur les marchés une sorte curieuse, bigarrée, blanche, avec des taches rouges peu nombreuses et étroites sur certaines racines, plus nombreuses et plus larges sur d'autres. Mais ce qui frappe le plus dans la circonstance, c'est que ces stries ne s'étendent pas dans le sens longitudinal, mais dans le sens transversal; cet étalement doit évidemment résulter d'une croissance très notable en épaisseur. On peut admettre que les régions colorées sont très étroites au début, qu'elles s'élargissent durant le processus du grossissement de la racine et se transforment en raies transversales. Il est rare que les bandes rouges soient au début plus larges que longues, mais même lorsque ce fait a lieu, c'est qu'on a un cas particulier d'élargissement extrême sans que l'orientation de la tache soit définitivement changée.

Cette variété de Radis est très belle, d'aspect plus agréable que les variétés à couleurs uniformes et elle est plus cultivée dans quelques contrées. Elle présente le sérieux inconvénient de n'être jamais fidèle par semis. On peut l'isoler complètement et la sélectionner avec soin en arrachant

toutes les racines rouges, ou presque rouges, longtemps avant la floraison; les semences des racines striées produisent toujours quelques racines rouges. La sélection la plus soignée, poursuivie pendant nombre d'années, n'a pu suffire pour éliminer ces retours réguliers d'individus rouges. Les marchands grainiers reçoivent beaucoup de plaintes de leurs clients à ce sujet, mais ils ne sont pas capables d'éviter cette grosse difficulté. Cette expérience confirme les preuves expérimentales données par le Muffier et il serait certainement très intéressant de faire des cultures généalogiques complètes de ces Radis pour établir définitivement qu'ils suivent les règles observées pour les fleurs striées.

Les horticulteurs, dans de pareils cas, ont l'habitude de ne mettre en vente que des semences soi-disant mélangées. Le client ne peut exiger la pureté; la différence normale et héréditaire des types stables et instables est alors, en un certain sens, cachée sous le nom d'impuretés à la suite de mélanges et d'absence de sélection. Ces cas méritent d'être examinés; les méthodes d'isolement, la pollinisation artificielle et les semis séparés des graines de chaque forme donneraient sans doute des résultats d'une grande valeur scientifique. Quiconque a un jardin et assez de patience pour faire des cultures pures pendant quelques années pourrait fournir une contribution importante aux connaissances scientifiques que nous possédons sur ce sujet.

On peut faire un choix dans une grande série de types différents. Une variété de Maïs appelée Arlequin a des graines striées; le même épi présente des semences presque blanches et d'autres presque rouges avec tous les intermédiaires. Ces graines donneront dans la génération suivante des épis identiques à l'original, mais quelques individus produiront des épis de grains colorés uniformément d'un pourpre sombre qui seront ainsi des exemples ordinaires du retour. Quelques variétés de Haricots ont des graines tachetées; on peut être sûr de trouver parmi elles quelques graines d'un rouge pur. Il reste à chercher ce que deviendrait leur descendance et si cette coloration est due à une variation partielle ou à une variation individuelle.

L'Amaranthe crête de coq (*Celosia cristata*) a des variétés

de presque toutes les couleurs, allant du blanc et du jaune au rouge et à l'orangé; de plus, il existe dans nos jardins quelques variétés striées dont les stries vont des parties inférieures de la tige jusqu'à la cime même de la crête. Elles sont vendues comme des variétés constantes, mais rien de précis n'a encore été signalé concernant la tenue particulière des stries par hérédité. Les raisins, les pommes et d'autres fruits striés peuvent être classés dans la même catégorie.

Avant d'abandonner les variétés striées, j'attire l'attention sur une déduction intéressante qui explique probablement la nature d'un des cas les mieux connus de plantes horticoles instables. Les races striées renferment toujours deux types, qui sont fertiles et qui reproduisent chacun, dans leur descendance, à la fois leur type propre et l'autre, comme dans un jeu de balle où les camps opposés se renvoient continuellement la balle. Supposons maintenant que l'un des types seul soit fertile et que l'autre, pour une raison quelconque, soit complètement stérile; supposons aussi que le type fertile soit l'individu monochromatique initial ou obtenu par retour, alors que le type à fleurs striées qui en dérive fleurit sans donner de semences; dans ce cas, notre connaissance des qualités héréditaires sera de beaucoup limitée. En fait, la généalogie complète sera réduite à une famille monochromatique qui, à chaque génération, donnera par sports quelques individus de la variété striée, stériles, et par conséquent incapables de se propager d'eux-mêmes.

Il semble qu'il en est ainsi pour les Giroflées à fleurs doubles. Les fleurs doubles ne renferment jamais d'étamines, ni de pistil et, comme chaque individu a toutes ses fleurs doubles ou toutes ses fleurs simples, les individus doubles sont totalement dépourvus de semences; ils ne sont reproduits que par les graines des plantes à fleurs simples.

Les Giroflées forment une grande famille de plantes annuelles ou bisannuelles qui renferme des variations étonnantes de couleurs, allant du blanc et du jaune au violet pourpre et au rouge, avec quelques formes bleuâtres; elles montrent aussi une grande diversité de port et de croissance. Certaines sont annuelles telles que la Quarantaine et la Pyra-

midale ; d'autres, intermédiaires, sont d'ordinaire choisies pour la culture en pot, ainsi que les sortes bisannuelles qui renferment les variétés bien connues « Brompton » et « Queen ». Les unes sont grandes, d'autres sont petites ou naines ; elles ont même des variétés striées. Leur éclat, leur longue durée et leur odeur leur assurent la faveur du public. Les horticulteurs et les amateurs savent en général que leurs graines ne peuvent être récoltées que sur les plantes simples et que les fleurs doubles n'en produisent jamais. Il n'est pas difficile de choisir des plantes simples qui donneront un grand pourcentage de fleurs doubles dans la génération suivante, mais seulement un pourcentage, car les horticulteurs les plus habiles n'ont jamais pu semer des graines dont il ne résulterait que des plantes à fleurs doubles. Chaque génération est une réunion bigarrée d'individus à fleurs simples et à fleurs doubles.

Avant d'étudier de plus près les particularités héréditaires de cette variété instable ancienne et intéressante, il est bon de donner une courte description des plantes à fleurs doubles. En général, il y a deux types principaux de fleurs doubles : les unes résultent de la métamorphose des étamines en pétales ; les autres dérivent d'une anomalie connue sous le nom de pétalomanie.

La métamorphose des étamines en pétales est graduée et tous les stades intermédiaires sont faciles à trouver. Dans certaines fleurs, toutes les étamines peuvent être pétaloïdes ; dans d'autres, une partie seulement des filaments est élargie et porte encore une ou deux anthères fertiles. La fertilité est sans doute diminuée, mais non complètement détruite. Il peut exister des échantillons incapables de produire aucune semence, mais d'autres du même lot sont fertiles autant qu'on peut le désirer. En fait, les Giroflées doubles sont régulièrement propagées par graines.

La pétalomanie est la tendance que possèdent les axes de certaines fleurs à ne jamais produire ni étamines ni carpelles, pas même sous une forme altérée ou rudimentaire ; les axes continuent à donner simplement des pétales dont le nombre n'est limité que par le manque de nourriture. Les pétales remplissent tout l'espace compris entre les pièces externes

et le cœur de la fleur où ils sont nombreux et petits, souvent à moitié développés, n'étant pas assez nourris pour atteindre un développement complet. La stérilité absolue est une conséquence naturelle de cette anomalie.

On ne peut, par suite, obtenir des races de plantes pétalomanes. Si l'anomalie apparaît dans une espèce qui se propage normalement par voie asexuée, le type devient une variété végétative multipliée par bulbes, bourgeons ou boutures, etc. Quelques Anémones et Renoncules (*Ranunculus*) et même le Souci d'eau (*Caltha palustris*) ont des variétés pétalomanes qui se propagent ainsi. J'ai trouvé, un jour, dans une prairie, une forme analogue de la Renoncule âcre (*Ranunculus acris*) et j'ai réussi à la conserver dans mon jardin pendant plusieurs années, sans qu'elle me donnât de graines; finalement elle mourut. On sait que les Camélias ont les deux types de fleurs doubles; le type pétalomane est très régulier dans sa structure au point d'être trop uniforme dans toutes ses parties pour être agréable à l'œil, tandis que la métamorphose des étamines en pétales des autres variétés donne aux fleurs une diversité de structure plus intéressante. Les Lis ont une variété, *Lilium candidum flore pleno*, dans laquelle les fleurs paraissent métamorphosées en un épi allongé de bractées étroites d'un blanc brillant, développées sur un axe qui ne paraît jamais cesser d'en produire.

Il est évidemment impossible de dire comment ces fleurs doubles stériles ont pris naissance. Chacune d'elles, à l'origine, appartenait peut-être à une forme à fleurs simples donnant des simples et des doubles par semis de la même façon que les Giroflées doubles. Si cette hypothèse est vraie, la lignée fertile correspondante est aujourd'hui perdue; elle est peut-être morte ou simplement masquée, mais il n'est nullement impossible que de semblables familles puissent un jour être découvertes pour l'une ou l'autre de ces variétés actuellement stériles.

Revenons aux Giroflées. Nous sommes conduits à l'idée que quelques variétés sont complètement simples, tandis que d'autres renferment à la fois des individus à fleurs simples et d'autres à fleurs doubles. Les variétés simples sont à ce point de vue fidèles au type sauvage initial; elles ne

donnent jamais de semences produisant des plantes à fleurs doubles lorsque tout entrecroisement est exclu. Les autres variétés sont « instables », au sens que nous avons donné à ce terme, avec la restriction que les sports sont uniquement unilatéraux et ne retournent jamais dans l'autre sens, à cause de leur stérilité complète.

Les variétés les plus anciennes de Giroflées doubles sont connues depuis plus d'un siècle. Pendant tout ce temps, elles ont eu une généalogie continue d'individus fertiles à fleurs simples reproduisant, à chaque génération, un nombre défini de plantes à fleurs doubles. Cette proportion ne dépend pas du hasard, ni d'un accident; elle n'est même pas très variable. Au contraire, elle reste toujours la même et il faut la regarder comme une qualité inhérente de la race. Laissés à eux-mêmes, les individus produisent toujours la même proportion de plantes simples et de plantes doubles; cultivés avec certaines méthodes spéciales, la proportion de doubles peut être légèrement modifiée et atteindre 60 % et plus.

En général, les individus simples et les individus doubles de ces races se ressemblent par tous les autres caractères, en particulier, par la couleur de leurs fleurs. Il n'en est cependant pas toujours ainsi; leur couleur peut présenter les particularités des caractères « instables » et il arrive souvent qu'une couleur est plus ou moins étroitement liée à des fleurs doubles et qu'une autre couleur s'associe aux fleurs simples; mais alors il est difficile de conserver fidèlement les diverses couleurs.

Certaines sortes montrent invariablement des différences dans la couleur des fleurs doubles et des fleurs simples; telles sont les variétés jaune soufre dont les fleurs simples sont toujours blanches. Donc, en semant les graines, il est impossible de choisir les plantes de telle façon que le blanc n'apparaisse pas accidentellement sur les fleurs doubles, puisque ce caractère de couleur des fleurs suit aussi la règle générale des « variétés instables ».

Je recommande l'étude de tous les cas signalés ci-dessus à ceux qui veulent faire des cultures pédigrées. La coopération de nombreuses personnes est nécessaire pour faire un

progrès notable, puisque le meilleur moyen d'assurer l'isolement est de se limiter à la culture d'une seule famille, ce qui permet d'éviter le mélange de familles différentes. Il reste tant de faits douteux et dignes de recherches que la plupart des lots de semences achetés peuvent être le point de départ d'études intéressantes. Les variétés jaune soufre peuvent être mises au premier rang.

Au point de vue des grandes questions de l'hérédité, les Giroflées présentent un réel intérêt. Je vais essayer de décrire certains de leurs caractères pour montrer ce qu'il reste encore à faire et comment les Giroflées peuvent faire progresser l'étude des variétés instables.

On peut tout d'abord chercher à distinguer les semences qui donnent des fleurs doubles de celles qui donnent des plantes à fleurs simples. Sans aucun doute, la détermination de la nature du produit est faite avant la maturation des graines. Bien que la couleur des graines soit souvent en corrélation avec la couleur des fleurs, par exemple pour certaines variétés à fleurs rouges ou pourpres, et bien que la duplication extrême des Balsamines et de quelques autres plantes soit obtenue en partant des graines les plus grosses et les plus nourries, il ne semble exister aucune règle analogue en ce qui concerne les Giroflées doubles.

Il est clair pourtant que, si une moitié des semences donne des fleurs doubles et l'autre moitié des simples, on peut se demander où se trouvent sur la plante mère les graines qui donnent des plantes à fleurs doubles et celles qui donnent des plantes à fleurs simples.

L'expérience suivante résout en partie le problème. Puisque la nutrition a une grande influence, en général, sur la variation, on peut prévoir que les graines les mieux nourries donneront la plus grande quantité de fleurs doubles. Il est évident aussi que les tiges et les grosses branches sont dans de meilleures conditions que les rameaux plus faibles et que les premiers fruits ont plus de chances que ceux qui mûrissent plus tard; dans le même fruit, les semences de la partie terminale sont enfin dans un état désavantageux. Cette hypothèse conduit à faire l'épreuve de la méthode pratique, très employée en France, pour obtenir un haut

pourcentage de semences donnant des plantes à fleurs doubles.

Cette méthode consiste à couper d'abord les parties supérieures des grappes les plus grosses, ensuite à couper le tiers supérieur de chaque fruit et enfin à supprimer les rameaux petits et faibles. On dit que cette méthode élève le pourcentage à 67-70% et plus encore dans certains cas. Les opérations doivent être faites aussitôt qu'une quantité suffisante de fleurs s'est épanouie. Tous les matériaux nutritifs affluent dans les embryons en nombre relativement restreint et il est clair qu'ils seront beaucoup mieux nourris que si ces opérations n'étaient pas faites.

Pour vérifier cette méthode, quelques horticulteurs ont coupé l'extrémité des fruits après la maturité, au lieu d'opérer sur les jeunes siliques, et ont semé à part les graines des parties supérieures. Les graines nombreuses, obtenues ainsi, ont donné très peu de fleurs doubles, environ 20 à 30%; le pourcentage des graines des parties inférieures fut au contraire bien plus élevé et la moyenne de l'ensemble, soit 50%, correspond à la moyenne normale.

A la méthode française s'oppose la méthode allemande de culture des Giroflées que j'ai vue pratiquée sur une très grande échelle à Erfurt et en d'autres endroits. Les Giroflées sont cultivées dans des pots disposés sur de petits gradins et non sur, ni dans le sol. Le but évident de cette pratique est de maintenir la terre des pots à l'état de sécheresse, car on les arrose très peu. Les plantes ne se développent donc pas aussi complètement qu'elles le feraient si elles étaient semées directement sur les plates-bandes; elles ne produisent que de petites grappes florales et n'ont pas de rameaux faibles. On élimine ainsi, sans autre opération, les graines les plus faibles comme dans la méthode française. Le résultat est encore meilleur lorsqu'on plante 6 à 10 pieds distincts dans chaque pot.

Il serait très intéressant de faire l'essai comparé de ces deux méthodes, afin de découvrir la relation véritable qui existe entre la pratique et les résultats obtenus. Les deux méthodes doivent être comparées à des cultures en pleine terre qui, dit-on, ne donnent que 50% de fleurs doubles;

cette dernière méthode de culture est d'ailleurs employée lorsqu'on désire produire une grande quantité de semences pour la vente à bon marché. Ces essais feraient sans doute connaître les relations existant entre les caractères héréditaires et la distribution de la nourriture dans la plante.

On peut étudier, en second lieu, l'augmentation proportionnelle des fleurs doubles avec l'âge des semences. Si la semence est conservée pendant deux ou trois années, la plus grande partie des graines mourra peu à peu et les graines résistantes donneront un haut pourcentage de fleurs doubles. Nous pouvons donc en conclure que les graines des plantes à fleurs simples ont une vie courte et sont, par conséquent, plus faibles que les graines des plantes à fleurs doubles. Il est bien évident que la même cause régit à la fois la vigueur relative des graines et le fait cité ci-dessus, à savoir que les premières et les meilleures siliques donnent plus de plantes à fleurs doubles; il reste cependant beaucoup de points à élucider avant de trouver une solution satisfaisante de ces questions.

En troisième lieu, il faut citer la pratique curieuse, appelée en France « ésimpler », qui consiste à arracher les plantes à fleurs simples dès leur jeune âge. On opère ainsi, dit-on, à une époque où les boutons floraux n'apparaissent pas encore ou du moins ne sont pas encore assez développés pour montrer de véritables caractères différentiels. On peut même employer les enfants pour faire cette sélection et arracher les plantes simples. Il existe de légères différences dans la plénitude et la rondeur des bourgeons, dans la pubescence des jeunes feuilles; de plus, les bourgeons des plantes doubles sont, paraît-il, plus sucrés au goût que ceux des simples, mais jusqu'ici je n'ai pas été capable de savoir si l'étude scientifique de ce processus a été faite, quoique, d'après ce que m'a dit feu M. Cornu, la méthode semble très répandue dans les environs de Paris. On peut voir, en été, de grands champs couverts exclusivement de fleurs doubles, après le sarclage des plantes à fleurs simples fait longtemps avant la floraison.

Les variations de bourgeons sont le dernier point à traiter. Ils paraissent très rares dans les Giroflées, bien qu'on en ait

signalé quelques cas. Darwin parle d'une Giroflée double dont une branche portait des fleurs simples et on en connaît d'autres exemples. Mais les semences de ces variations de bourgeons ne paraissent jamais avoir été récoltées. Il existe aussi d'autres retours accidentels. On trouve, de temps en temps, des échantillons de taille plus élevée qui portent des fruits écartés et non dressés. On les appelle « Généraux d'Erfurt », à cause de leur port raide et dressé; leurs fruits sont caractérisés par la divergence des pointes qui couronnent leurs extrémités. Leurs graines ne produisent, paraît-il, qu'un nombre relativement faible de plantes doubles; ce faible nombre peut même provenir de la fécondation par le pollen de plantes voisines. J'ai vu quelques-unes de ces formes, en visitant les pépinières d'Erfurt, mais, comme elles sont en général arrachées avant la maturité des graines, on ne sait rien de précis sur leurs qualités héréditaires réelles.

Il reste beaucoup de points à éclaircir. Il semble cependant que l'un des meilleurs moyens de trouver une voie dans le labyrinthe déconcertant des phénomènes de l'hérédité est de subdiviser les formes alliées en groupes distincts et de tirer des conclusions de l'étude comparée de ces groupes. Cette étude soulèvera évidemment des problèmes nouveaux qui seront à leur tour soumis à des recherches directes et expérimentales.

---

## DOUZIÈME CONFÉRENCE

### LE TRÈFLE A CINQ FEUILLES

Tout le monde connaît le Trèfle « à quatre feuilles ». On le trouve accidentellement sur les gazons, les prairies et le long des routes. On peut aussi, de temps à autre, trouver des feuilles à cinq folioles dans les mêmes endroits ou sur la même plante, mais ceci est plus rare. J'ai souvent vu des feuilles isolées avec quatre folioles, mais rarement observé des individus portant plus d'une feuille de ce genre.

Les deux cas sont essentiellement différents ; quoique en apparence analogues au point de vue morphologique, ils sont au point de vue de l'hérédité tout à fait distincts. Les feuilles à quatre folioles, trouvées çà et là, ont peu d'intérêt, alors que la réunion de plusieurs feuilles semblables sur le même individu indique une variété distincte. Pour faire des expériences sur ce sujet, il est nécessaire de transplanter les individus anormaux dans le jardin, pour leur fournir des conditions de culture appropriées et les tenir en observation constante. Si l'on transplante un individu ayant une feuille à quatre folioles, il est rare que l'anomalie se répète ; au contraire, les plantes ayant deux ou plusieurs feuilles à quatre folioles peuvent, dans des conditions convenables, devenir très riches en anomalies de cette nature.

Il n'est évidemment pas facile de dire avec précision si un individu donné appartient ou non à une telle race et beaucoup d'essais peuvent être nécessaires pour obtenir la race spéciale. J'ai eu la bonne fortune de trouver deux plantes de Trèfle, portant une feuille à cinq folioles et plusieurs à quatre, dans une excursion dans le voisinage de Loosdrecht, en Hollande. Après les avoir plantées dans mon jardin, je les ai cultivées pendant trois ans et j'ai observé l'augmentation lente

du nombre des feuilles anormales qui a atteint, un été, 46 feuilles à quatre folioles et 16 à cinq folioles. Il était évident que j'avais isolé un échantillon de la race peu commune de Trèfle « à cinq folioles », que je vais décrire.

Avant de le faire, il me semble utile d'examiner un peu plus nettement le côté morphologique du problème. Les feuilles pennées et palmées varient souvent dans le nombre de leurs parties. Cette variation est généralement de la nature de la fluctuation commune; les déviations se groupent en effet autour d'un type moyen selon le mode ordinaire. Le Frêne a des feuilles portant cinq paires de folioles et le Sorbier des oïseleurs (*Sorbus Aucuparia*) a six paires de folioles en plus de la foliole terminale; mais ces nombres varient légèrement, les feuilles les plus faibles ont moins de paires et les plus vigoureuses en ont davantage. Toutefois cette variation ne paraît pas fréquente dans le cas des feuilles à trois folioles dont le nombre semble absolument constant; les feuilles à quatre folioles sont si rares qu'on peut les regarder plutôt comme une anomalie que comme une fluctuation; ce qui le prouve, c'est l'absence presque complète de feuilles de Trèfle à deux folioles.

Considérant la déviation comme une anomalie, nous pouvons examiner sa nature. Les folioles surnuméraires doivent leur origine à la division d'une ou de quelques-unes des folioles normales; la division n'est pas terminale, comme il arrive souvent pour les autres espèces et comme on peut le voir parfois sur le Trèfle. Une des nervures latérales s'accroît et devient une nervure médiane de la nouvelle foliole. Il existe des stades intermédiaires, mais ils sont rares et montrent la séparation graduée de quelque portion latérale d'une foliole jusqu'à ce que la division atteigne la base et sépare la foliole en deux parties presque égales. Si la division affecte une foliole, nous avons le Trèfle à quatre folioles; si elle atteint deux folioles, nous avons le Trèfle à cinq folioles. Enfin, si la foliole terminale produit une foliole dérivée sur un ou deux de ses côtés, nous obtenons une couronne de six ou sept folioles portée par un pétiole. On rencontre souvent cette multiplication extrême dans la race que j'ai eue en culture.

Le même phénomène d'un dédoublement latéral des folioles peut naturellement s'observer dans d'autres plantes. Le Cytise commun a une variété qui produit souvent des feuilles quaternées et quinées, et, dans les Fraisiers, j'ai vu aussi quelques cas de cette anomalie. Le dédoublement affecte aussi les feuilles pennées; on peut trouver des séries complètes de toutes les transitions sur le Faux Acacia (*Robinia Pseud'Acacia*).

A cette augmentation du nombre des folioles s'oppose le fait plus rare et plus curieux de l'existence de variétés à « feuilles simples » sur les arbres et les plantes herbacées à feuilles pennées ou ternées. On en a décrit très peu d'exemples appartenant aux plantes horticoles : les Frênes et les Faux Acacias, parmi les arbres, et le Fraisier monophylle, parmi les herbes. Il semble ici que plusieurs folioles se sont soudées en une seule puisque la foliole unique est, en général, beaucoup plus grande que la foliole terminale d'une feuille ordinaire de la même espèce. Ces variétés monophylles sont intéressantes aussi en ce qui concerne leurs retours continus, mais souvent incomplets, au type normal.

Les feuilles palmées et pennées sont sans doute des types dérivés de la feuille simple ordinaire. La monophyllie peut, par suite, être regardée comme un retour à un état primitif et les variétés monophylles peuvent être considérées comme ataviques. Nous avons vu, d'autre part, que les variétés ataviques peuvent faire retour à leurs ancêtres les plus rapprochés ce qui conduit à la curieuse notion d'atavisme positif et d'atavisme négatif. Car, si le changement de feuilles composées en feuilles simples est régressif ou négatif, la métamorphose d'une feuille simple ou ternée en une feuille pennée ou palmée doit évidemment être regardée comme de l'atavisme positif.

Cette discussion semble jeter quelque lumière sur l'augmentation du nombre des folioles dans le Trèfle. La famille des Légumineuses ou le groupe des Papilionacées présente ordinairement des feuilles pennées qui, suivant nos prémisses, doivent être considérées comme dérivées. Dans les Trèfles et les formes parentes, ce type retourne à mi-chemin

vers la forme simple et ne produit que trois folioles sur un pétiole. L'augmentation du nombre des folioles du Trèfle peut donc être regardée comme un retour aux ancêtres les plus proches, les plantes Papilionacées qui ont les feuilles pennées; c'est un demi-retour et par conséquent de l'atavisme positif. D'ailleurs, j'ai déjà signalé, dans une conférence antérieure, que les feuilles pennées sont aussi parfois produites par ma nouvelle race de Trèfle.

Revenons aux plantes initiales de cette race; il est évidemment impossible de dire si elles constituent réellement le début d'une nouvelle lignée et si elles ont pris naissance par quelque changement brusque du type commun, ou bien si elles appartiennent à une ancienne variété qui s'est propagée d'elle-même, pendant des siècles, sans être remarquée par l'homme. La même difficulté se présente, en général, lorsqu'on découvre de nouvelles variétés; ni la tenue des plantes elles-mêmes, ni celle de leurs descendants ne fournissent de preuves pour trancher la question. Le moyen le plus simple d'énoncer le fait est donc de dire que j'ai trouvé accidentellement deux individus de la race à cinq folioles. En les transplantant dans mon jardin, je les ai isolés et conservés à l'abri de la fécondation croisée avec le type ordinaire; de plus, je les ai mis dans des conditions favorables pour le développement complet de leurs caractères; enfin, et ce dernier point n'est pas le moins important, j'ai essayé d'accentuer ces caractères autant que possible par une sélection très vigoureuse et soignée.

Le résultat de tous ces efforts fut la rapide amélioration de cette famille. Les semences des plantes initiales ont été récoltées en 1889 et cultivées l'année suivante; la seconde génération montra quelque augmentation de l'anomalie, mais pas à un degré remarquable. A la floraison, j'ai choisi quatre plantes portant le plus grand nombre de feuilles quinées et quaternées et j'ai détruit toutes les autres; elles avaient en moyenne 25 organes anormaux et leurs semences ont fourni la troisième génération, cultivée en 1891.

Cette génération renfermait environ trois cents plantes dont plus de huit mille feuilles ont été comptées; plus de mille avaient quatre ou cinq folioles; les feuilles ternées for-

maient encore la majorité, mais l'expérience montrait clairement que le Trèfle à quatre folioles peut être produit en n'importe quelle quantité pourvu qu'on ait à sa disposition les graines de la variété. Durant l'été, on ne trouvait que trois, quatre et cinq folioles sur un pétiole, mais, vers l'automne et après la sélection des meilleurs individus, ce nombre augmenta et atteignit, quoique rarement, six et sept folioles. La sélection de cette année fut très difficile; presque tous les individus produisaient au moins quelques feuilles à quatre folioles et, par suite, montraient que la variété était tout à fait pure. J'ai compté les organes anormaux sur un grand nombre des meilleures plantes et sélectionné parmi elles vingt échantillons excellents dont plus du tiers de toutes les feuilles présentait la multiplication des folioles.

Après avoir amené la race à ce point, je pus utiliser pour mes sélections un caractère nouveau et beaucoup plus commode, fourni par les plantules. Ce caractère est depuis resté constant et m'a conduit à une rapide amélioration sans nécessiter des cultures considérables.

Les plantules des diverses espèces de Trèfle possèdent en général une première feuille, au-dessus des cotylédons, dont la structure diffère de celle des feuilles suivantes, car elle n'a qu'un foliole au lieu de trois. Mais, dans ma variété, l'augmentation du nombre des folioles s'étend parfois à ces organes primaires dont le limbe se divise en deux ou trois parties. Il est donc évident qu'un individu qui montre une feuille primordiale divisée aura une plus grande tendance à produire un grand nombre de folioles surnuméraires qu'une plante normale; en d'autres termes, les feuilles primordiales fournissent un critérium sûr pour la sélection et cette sélection peut être faite dans les terrines à semis. Dans la suite, aucun individu jeune à feuille primordiale simple ne fut planté. Le choix des vingt ou trente meilleurs individus des terrines ne demande pas de sélection ultérieure; tout le lot peut être abandonné à la fécondation croisée par les insectes.

L'observation de ce caractère différentiel des jeunes plantules a conduit à la découverte d'une qualité différente et encore supérieure au point de vue de la sélection ultérieure. Selon la règle générale de la culture pédigrée, les graines de

chaque individu furent toujours conservées et semées à part. Cette méthode fut appliquée même à des espèces comme le Trèfle qui sont stériles après autofécondation et non susceptibles de fécondation artificielle sur une échelle convenable, puisque chaque fleur ne produit qu'une graine. Mon Trèfle ne fut jamais protégé contre la fécondation par les insectes, ce qui a dû amener la diminution des caractères différentiels des plantes individuelles, mais n'a pas suffi pour effacer les différences. La sélection des plantules permet toujours de supprimer une grande partie de celles qui ont souffert du croisement.

Nous pouvons maintenant examiner avec plus de détails la nature du nouveau critérium fourni par les plantules. Deux méthodes se présentent : la première consiste dans le choix des meilleures plantules ; la seconde, dans la comparaison des plantes parentes d'après le nombre des embryons déviés, ce qui conduit à établir un pourcentage pour chaque plante isolée et à donner des chiffres de comparaison. On peut facilement faire développer dans une terrine deux ou trois cents graines d'un plant et atteindre de cette façon un degré assez élevé d'exactitude. Seules les plantes qui donnent le plus haut pourcentage sont choisies et, de leur progéniture, on ne plante que les embryons dont les premières feuilles ont trois folioles. Ainsi la sélection tout entière est faite dans la serre, au printemps ; les planches de culture n'ont pas besoin d'être grandes et ne demandent en été aucun soin spécial. Grâce à cette méthode, j'ai obtenu en moins de deux ans une moyenne voisine de 90 % de plantules à première feuille divisée, les nombres réels oscillant autour de cette moyenne entre 99 à 70% environ. Ce résultat fut obtenu à la sixième génération, en 1894 ; il a été prouvé depuis que c'est la limite extrême qu'on puisse atteindre, car les proportions restent à peu près les mêmes pendant les générations suivantes.

Ces plantes sélectionnées sont très riches en feuilles à quatre, cinq et six folioles. En ne tenant pas compte des petites feuilles du sommet des tiges, ni de celles des nombreuses branches latérales et plus faibles, ces trois classes renferment la grande majorité de toutes les feuilles

vigoureuses. En été, les classes sont plus nombreuses et, outre les feuilles trifoliolées fréquentes, les curieuses feuilles à sept folioles ne sont pas rares du tout. A l'automne et en hiver, la série des variations est faible et, à première vue, les plantes paraissent souvent ne porter que des feuilles à cinq folioles.

J'ai cultivé presque chaque année, depuis 1894, une génération nouvelle de cette race en faisant toujours la sélection la plus rigoureuse; j'ai obtenu ainsi un type uniforme, mais sans grande amélioration; la limite extrême, pour nos conditions de climat et de sol, était évidemment atteinte; ce type extrême dépend d'ailleurs toujours d'une sélection répétée. Aucune variété constante, au sens ancien du mot, n'a été obtenue et aucune indication n'a permis de penser qu'on puisse jamais en produire. Il est évident, au contraire, que la nouvelle forme appartient au groupe des « variétés instables ». Elle n'est jamais complètement débarrassée du type ancien, atavique, à feuilles trifoliolées et invariablement, la forme atavique, lorsque les conditions externes sont moins favorables, parvient à dominer la variété perfectionnée. Il existe toujours des retours à la fois partiels et individuels.

On peut maintenant en décrire quelques-uns; ils n'ont pas des caractères aussi saillants que ceux du Muffier; il y a toujours des termes de transition, soit dans la forme des feuilles, soit dans les pourcentages des plantules déviées issues de diverses plantes parentes. Sur les plantes normales de ma variété, les feuilles à cinq folioles sont d'habitude en majorité, s'il n'y a pas de branches latérales faibles ou si on les néglige. Puis, viennent les feuilles à quatre et à six folioles, alors que les feuilles à trois et à sept folioles sont en nombre presque égal. Mais, dans un lot de plantes issues de la semence d'un même individu, il est souvent possible d'en choisir certains pour lesquels l'un des extrêmes l'emporte, alors que, pour d'autres, c'est l'autre extrême qui est prépondérant. Si les graines de ces individus extrêmes sont récoltées séparément, on peut trouver des lignées stables ayant un nombre élevé de feuilles à sept folioles, mais les autres s'écarteront plus ou moins de l'extrême et produiront des feuilles ayant un nombre variable de divisions.

Il faut très peu de générations pour que la sélection opposée réduise la race à un état de pauvreté extrême. En trois ans, je réussis à cacher presque complètement le type de ma variété en choisissant les embryons ayant une feuille primordiale simple. J'ai cultivé les plantules et j'ai semé à part leurs graines; puis, j'ai compté les plantules à feuilles primordiales divisées et compté leurs rejetons séparément après le semis. J'ai trouvé quelques lignées n'en renfermant que 2 à 3 %. Par une sélection répétée dans cette direction régressive, j'ai réussi à obtenir un grand nombre de plantes qui, pendant tout l'été, n'ont donné que très peu de feuilles avec plus de trois folioles. Mais on ne peut pas obtenir un retour plus complet dans cette direction que dans la direction normale. Tout semis non sélectionné est toujours capable de ramener la famille à des conditions moyennes.

La production de feuilles à folioles supplémentaires ou de feuilles ataviques dépend beaucoup des conditions externes. Elle suit la règle générale, à savoir que les circonstances favorables renforcent les particularités de variété, tandis que des conditions défavorables augmentent le nombre des organes à caractères ataviques. Ces influences semblent exercer une action sur les individus qui y sont soumis aussi bien que sur leur descendance. Je ne puis citer ici toutes les expériences faites et je n'en donnerai qu'un seul exemple. J'ai divisé un individu vigoureux en deux parties dont l'une fut plantée dans un sol riche, l'autre dans un sol pauvre, sablonneux; je les ai laissées toutes deux se féconder par des abeilles avec le pollen de quelques individus de la forme normale croissant au milieu d'elles. Les semences des deux portions du même individu furent récoltées et semées à part et les deux lots de descendants cultivés côte à côte sous les mêmes conditions externes. Au début, je n'ai observé aucune différence, mais aussitôt que les jeunes plantes eurent étalé trois ou quatre feuilles, la descendance de la moitié la mieux nourrie de la plante initiale montra une avance manifeste sur l'autre. Cette différence augmenta rapidement et put se voir aisément sur la planche, même avant la période de la floraison.

Cette expérience explique probablement pourquoi la va-

riété à cinq folioles se rencontre si rarement à l'état sauvage; si elle était plus répandue, les plantes qui la composent trouveraient à peine les circonstances favorables pour le complet développement de leurs caractères de variété. Les plantes doivent souvent être si pauvres en feuilles anormales qu'elles sont négligées ou prises pour des cas de la commune production de feuilles à quatre folioles et par suite n'indiquent pas qu'elles appartiennent à une variété véritable.

Au début de cette discussion, j'ai affirmé l'existence de deux races différentes de Trèfles à quatre folioles, dont l'une est pauvre et l'autre riche, et j'ai insisté sur la distinction nette qui les sépare. Cette distinction repose en partie sur des expériences faites sur le Trèfle, mais surtout sur des essais faits avec d'autres plantes. La circonstance déjà mentionnée que le Trèfle ne peut être fécondé, sur une échelle suffisamment grande, que par les insectes, empêche de faire plusieurs expériences à la même époque et dans le même jardin. Aussi, j'ai choisi une autre espèce de Trèfle pour donner la preuve expérimentale de l'hypothèse énoncée.

C'est le Trèfle italien ou Trèfle incarnat qu'on appelle aussi parfois Trèfle écarlate (*Trifolium incarnatum*). Il est fréquemment cultivé en Europe sur les sols moins fertiles que ceux qui conviennent au Trèfle rouge; il est annuel et dressé, plus ou moins poilu, et présente des feuilles plus grandes que celles des autres espèces de Trèfle. Il a des capitules oblongs ou cylindriques, couverts de fleurs d'un rouge vif et doit être regardé comme un des types les plus voyants. Comme il est annuel, il offre certains avantages évidents sur l'espèce vivace, surtout parce que la récolte de foin se fait à une autre époque.

J'ai trouvé, il y a quelques années, quelques feuilles à quatre folioles éparses sur une plante de cette espèce et j'ai essayé d'en obtenir par la culture et la sélection une race aussi riche en anomalies que le Trèfle rouge; mais la sélection la plus soignée, la plus rigoureuse et la plus attentive n'a donné aucun résultat. Il y a actuellement dix ans que j'ai commencé cette expérience et plus d'une fois j'ai été sur le point de l'abandonner. L'année dernière (1903), j'ai cultivé quelques centaines de plantes sélectionnées, mais, malgré

l'augmentation du nombre des anomalies désirées, je n'ai pu trouver aucune trace de l'existence d'une race vraiment riche. La preuve expérimentale de cette absence montre, au moins, que des feuilles éparses à quatre folioles peuvent se présenter sans indiquer qu'il existe une variété véritable à quatre ou cinq folioles.

Cette notion semble destinée à prendre une grande importance dans l'appréciation des anomalies que l'on trouve ordinairement, soit à l'état sauvage, soit dans les jardins. Avant de donner des détails sur les cultures pédigrées infructueuses, il est bon de décrire quelques faits analogues observés dans la nature.

Les anomalies dispersées sont rares, mais pas assez toutefois pour qu'on ne puisse en trouver un grand nombre lorsqu'on les cherche avec persévérance. Les feuilles ascidiées se rencontrent sur beaucoup d'arbres, d'arbustes et de plantes herbacées, mais on n'en voit d'ordinaire qu'une ou deux durant plusieurs années, soit sur la même plante, soit dans la même lignée. Il est rare qu'elles apparaissent annuellement ou presque, comme sur quelques individus du Tilleul d'Europe (*Tilia parvifolia*) ou sur le Magnolia commun (*Magnolia obovata*). Beaucoup de nos plus anciennes plantes cultivées sont très riches en anomalies de toutes sortes; les *Cyclamen*, les *Fuchsia*, les *Pelargonium* et quelques autres sont des sources connues de phénomènes tératologiques. Il existe souvent des déviations florales qui consistent en des changements dans le nombre normal des divers organes ou en des altérations de forme et de couleur. Les feuilles peuvent avoir deux pointes au lieu d'une, la nervure médiane étant divisée près du sommet et la fente s'étendant plus ou moins loin. Les rayons des ombelles des plantes de la famille des Ombellifères peuvent croître en coalescence et rester soudées par groupe de deux ou plus; de même, les fruits des Composées peuvent se souder par groupes. Il serait facile d'en citer d'autres exemples.

Si nous sélectionnons certaines de ces anomalies pour les accentuer, les résultats ne seront pas entièrement concordants, mais tendront à se grouper en deux catégories. Tantôt la culture isolée des individus aberrants montrera

de suite l'existence d'une variété distincte capable de produire l'anomalie aussi souvent que l'on voudra, sans exiger autre chose qu'un traitement favorable et une sélection judicieuse. Tantôt aucun traitement, aucune sélection ne sera capable de donner ce résultat; l'anomalie restera réfractaire en dépit de toutes les tentatives faites pour l'accentuer. La Crête de coq et la Linaire péloriée sont des exemples bien connus d'anomalies permanentes et il y en a d'autres dont nous parlerons dans la conférence suivante; d'autre part, j'ai souvent essayé en vain d'obtenir une race anormale en partant d'une déviation accidentelle ou d'isoler une variété tératologique en partant d'anomalies plus communes; en voici deux exemples.

Dans notre prochaine conférence nous étudierons un curieux phénomène présenté par les Pavots; il consiste en la métamorphose en carpelles des étamines, qui donnent naissance à une belle couronne de capsules secondaires développées autour de la capsule centrale. On peut rencontrer occasionnellement des anomalies semblables dans d'autres espèces du même genre, mais elles sont rares et consistent en la métamorphose d'une seule étamine. J'ai observé cette anomalie dans un Pavot appelé *Papaver commutatum* et j'ai soumis, pendant plusieurs années, à une sélection rigoureuse les individus les plus riches en cette métamorphose. Aucune amélioration ne se produisit et la culture a été abandonnée. De même, j'ai trouvé dans la Renoncule bulbeuse (*Ranunculus bulbosus*) une lignée dont le nombre des pétales varie beaucoup, allant souvent de 6 à 8, et même davantage dans quelques fleurs. Pendant cinq années successives, j'ai cultivé cinq générations représentées souvent par beaucoup d'individus dont je sélectionnais toujours ceux qui avaient le nombre le plus élevé de pétales, je rejetai les autres et ne récoltai que les semences des meilleures plantes. J'obtins une lignée sélectionnée ayant un nombre moyen de 9 pétales dans chaque fleur; sur 4.000 fleurs observées, j'en ai trouvé quatre à 20 pétales ou plus et même une à 31 pétales. Mais ces rares exceptions n'avaient aucune influence sur la sélection puisqu'elles n'indiquaient même pas les qualités individuelles et qu'elles se montraient tout à fait acci-

dentellement parmi les fleurs de plantes ayant seulement le nombre moyen de pétales. Or, les variétés à fleurs doubles d'autres espèces de Renoncule sont très connues, soit dans la culture, soit à l'état sauvage. Aussi, on aurait pu s'attendre à ce que la sélection continue des individus ayant le plus grand nombre de pétales développerait la tendance à devenir doubles. Il n'en fut rien. On ne put observer aucune tendance à varier dans une direction définie; au contraire, l'état moyen fut vite atteint et resta fixé, réagissant avec force contre toute sélection.

Ces expériences montrent clairement que la même anomalie peut se présenter dans différentes espèces et, sans doute aussi, dans diverses lignées de la même espèce vivant dans des localités distinctes. L'anomalie peut appartenir au moins à deux types, dont l'un peut être désigné sous le nom de variété pauvre, l'autre de variété riche. La première fournit toujours relativement peu d'anomalies, la seconde peut en donner autant qu'on le désire. La première n'est qu'une variété à moitié venue et par conséquent mérite le nom de demi-race. La seconde n'est pas encore une variété complètement stable, mais elle oscille entre le caractère de variété et celui de l'espèce normale; ces caractères sont les limites de son instabilité. Elle occupe une position moyenne entre la demi-race et la variété et, pour cette raison, on peut l'appeler « race moyenne ». Mais le terme « variété instable » semble donner une idée plus juste de la nature de ce curieux mode d'hérédité.

Cette discussion montre qu'il ne faut pas regarder la tenue du Trèfle incarnat comme une exception, mais comme un phénomène fréquent, apparaissant peut-être dans tous les types de déviations tératologiques et dans une grande série d'espèces et de genres. Par suite, il peut sembler utile de donner quelques autres détails sur cette expérience prolongée.

Il y a dix années (1894-1895), j'achetai et semai environ une livre de semences de Trèfle incarnat. Parmi beaucoup de milliers d'embryons normaux, j'en trouvai deux à trois cotylédons et un à quatre cotylédons. Me basant sur la règle empirique de corrélation, je transplantai ces trois

individus pour les isoler à la période de floraison. L'un d'eux produisit, l'été suivant, une feuille à quatre folioles et une à cinq folioles. Les graines furent conservées séparément et semées au printemps; le résultat ne se fit point attendre. Sur près de 250 plantes, j'en comptai 22 présentant une ou deux déviations et 10 ayant de trois à neuf feuilles à quatre et cinq folioles. Ces proportions ont été observées à plusieurs reprises. Les individus les mieux nourris ont produit le plus grand nombre de feuilles anormales par plante, ce qui est en partie dû au grand nombre de tiges et de branches; les échantillons maigres ou moyens ne donnèrent pour la plupart aucune anomalie ou seulement une ou deux feuilles anormales. Ce fut toute l'amélioration qu'on put atteindre. Les feuilles à quatre folioles furent toujours rares et jamais en nombre suffisant pour caractériser un lot complet. J'ai essayé en vain d'obtenir quelques feuilles de Trèfle incarnat à six et sept folioles; la sélection, la culture de plusieurs centaines d'individus, la fumure et le meilleur traitement possible n'ont pas été capables de les produire. Je suis naturellement tout à fait convaincu que la répétition de mon expérience sur une plus grande échelle pourrait donner ces feuilles très aberrantes, mais seulement dans des cas tellement rares qu'ils n'auraient aucune influence sur la moyenne ou sur l'amélioration de la race. La huitième génération (1903) n'a pas été notablement meilleure que la seconde et la troisième générations qui ont suivi la première sélection.

En comparant ce résultat avec ceux qu'on a obtenus dans les expériences avec le Trèfle rouge, la différence est immédiatement saisissante. D'une part, j'ai isolé une variété riche et, par un traitement meilleur avec une méthode délicate de sélection, j'ai pu l'amener, en peu d'années, à son maximum de développement; d'autre part, j'ai mis en évidence une race très faible que ni mes nombreux soins, ni ma persévérance n'ont pu améliorer à un degré notable.

J'insiste sur ce fait que le résultat qu'on peut attendre de la culture des échantillons aberrants est connu en une ou deux générations; la génération même issue de la sémence des premiers individus aberrants observés, récoltée

après un isolement suffisant pendant la période de floraison, peut montrer la nature de l'hérédité et indiquer si l'on possède une demi-race qui ne promet rien ou une variété instable riche en promesses. J'ai conservé à plusieurs reprises quelques-unes de ces familles après la première séparation et j'en étudierai plus loin un cas spécial, celui des variations du nombre des cotylédons. La première génération donnait toujours le résultat définitif pourvu qu'on eût trouvé dès le début une méthode convenable pour la culture de l'espèce en observation. Toutefois, ce n'est pas une condition bien facile à remplir lorsqu'on introduit de nouvelles sortes dans un jardin, surtout si elles ont été prises à l'état sauvage. Il faut souvent une ou deux années, parfois davantage, pour trouver la méthode convenable de semis, de fumure, de transplantation et les autres méthodes culturales convenant aux plantes. Bien des espèces sauvages demandent plus de soin et plus de fumure dans les jardins que les fleurs horticoles les plus belles. On sait aussi qu'un grand nombre de plantes sauvages exigent des conditions très particulières de sol.

Un des faits les plus curieux, présenté par les anomalies et vérifié nombre de fois, est qu'elles obéissent à des lois définies en ce qui concerne leur apparition sur les différentes parties de la plante. Ces lois ne sont évidemment point apparentes aussi longtemps que chaque plante ne produit qu'une ou deux, ou qu'un tout petit nombre de cas de la même déviation; au contraire, dès qu'une même plante en produit un grand nombre d'exemples, toute régularité, si elle existe, doit se trahir. On constate alors très nettement la loi dite de périodicité.

Cette loi est bien mise en évidence (mieux que dans toute autre race) dans les lots de Trèfle à cinq folioles, à la fois sur chaque tige et sur chaque branche vigoureuse. Les divers degrés de l'anomalie, qui sont les passages de trois à sept folioles, peuvent être regardés comme des réactions à différents degrés de variation et leur distribution sur les tiges, sur les branches et même sur la plante entière, peut être considérée comme la manifestation de tendances internes à varier toujours changeantes.

A ce point de vue, les plantes que j'ai eues en culture ont toujours montré une périodicité définie dans leur distribution, périodicité qui est la même pour chaque plante entière. Toutes ont donné d'abord des feuilles ataviques ou à déviations légères, suivies par des anomalies plus fortes ; mais seuls les axes les plus vigoureux possédaient jusqu'à sept folioles sur un pétiole, d'ordinaire seulement à l'apogée, et souvent même vers la fin, du développement. Puis la déviation diminue rapidement et retourne souvent aux feuilles ataviques du sommet de la tige ou de la branche. Je donne les nombres des folioles des feuilles d'une branche, comptées depuis la base jusqu'au sommet :

3, 4, 5, 6, 7, 5, 5, 4

C'est un exemple choisi, car cette régularité dans la périodicité est rare ; souvent, il manque une ou plusieurs des différentes étapes ; il arrive même que des feuilles à folioles moins nombreuses soient dispersées parmi celles qui en présentent davantage ; mais, si la régularité de la périodicité est à un certain degré diminuée par ces circonstances, la règle est toujours bonne lorsqu'on la prend au sens large. Elle peut être exprimée en disant que les bases et les extrémités des tiges ont, en moyenne, des feuilles pourvues d'un nombre moindre de folioles que la partie médiane de la tige et des branches ; le nombre des folioles augmente graduellement à partir de la base jusqu'à un maximum, qui est atteint dans les organes de la partie moyenne ou vigoureuse de l'axe, puis diminue jusqu'au sommet.

Cette périodicité n'est pas limitée aux tiges ni aux branches prises isolément, mais elle s'applique aussi lorsqu'on compare les branches d'une même tige, en tenant compte de leurs situations respectives sur cette tige. Il en est de même pour la plante entière ; les premières tiges produites par l'axe souterrain montrent ordinairement un maximum de déviations peu élevé ; les suivantes sont plus aberrantes et les dernières sont de nouveau moins anormales.

Il est évident que sur une tige donnée la série des feuilles anormales s'étendra en haut et en bas avec l'augmentation du nombre de ces organes. Ce fait montre

qu'une tige ou même une plante qui commence à dévier de bonne heure promet d'être très anormale. Il est donc possible de remarquer les individus les plus aberrants dès leur jeune âge, et cette conséquence conduit à une méthode de sélection commode et excellente qui peut être exprimée ainsi : les plantules qui commencent de très bonne heure à produire des feuilles à quatre et à cinq folioles sont les meilleures et doivent être sélectionnées pour l'amélioration de la race. Il est facile de voir que cette règle s'accorde avec celle qu'on a donnée plus haut et qui a été suivie dans nos cultures pédigrées.

De plus, il paraît y avoir une concordance complète entre la loi de périodicité et la réaction par anomalie à la nutrition et aux autres conditions de vie. Les plantes faibles ne produisent que de faibles déviations ; plus l'individu est vigoureux, plus il montre un haut degré de différenciation qui se traduit par la fréquence des feuilles à cinq folioles et plus. Que la faiblesse ou la vigueur proviennent de causes externes ou de causes internes en rapport avec les périodes de vie, cela n'a évidemment aucune importance. La loi de la périodicité peut donc être regardée comme un cas spécial d'une loi plus générale de réaction à des conditions externes.

La valeur de cette loi de périodicité n'est naturellement pas limitée au Trèfle à cinq feuilles ; elle est au contraire générale pour les variétés instables. De plus, on peut la vérifier et l'étudier dans les anomalies morphologiques les plus différentes ; elle fournit, par conséquent, un matériel facilement accessible aux recherches de statistique. Je vais en donner quelques exemples après avoir insisté tout d'abord sur la nécessité de faire des recherches plus étendues, car les preuves dont nous disposons actuellement sont encore très faibles.

La Grande Eclair (*Chelidonium majus*) a une variété double très curieuse. Ses fleurs sont plus simples et beaucoup plus variables que celles des variétés horticoles ordinaires. Le processus de la duplication consiste généralement en la métamorphose des étamines en pétales ; sur chaque tige, les fleurs les plus précoces sont simples et sont suivies par des fleurs présentant une ou deux étamines pétaloïdes ; en été, le

nombre des étamines modifiées augmente graduellement et atteint 10-11 et parfois davantage. Chaque année, la même succession se répète sur les tiges issues des vieilles racines. De même, les Bégonias doubles tubéreux sont d'ordinaire tout à fait stériles en été, mais, vers l'automne, les nouvelles fleurs sont de moins en moins altérées et produisent quelques étamines normales et des ovaires au milieu des organes en majorité pétaloïdes. Les semences sont récoltées sur ces fleurs. Parfois des fleurs analogues apparaissent au début de la période de floraison. La Camomille double des jardins (*Chrysanthemum inodorum plenissimum*) et beaucoup d'autres variétés doubles horticoles de la grande famille des Composées sont très sensibles aux agents externes; leurs capitules sont d'autant mieux remplis que les circonstances extérieures sont plus favorables. Vers l'automne, beaucoup d'entre elles produisent graduellement moins de capitules doubles qui souvent sont seuls fertiles et donnent seuls des semences.

Les ascidies fournissent un autre exemple de cette périodicité quoique, d'ordinaire, elles soient beaucoup trop rares pour présenter quelque régularité dans leur distribution. Il est facile cependant de voir sur le Tilleul qu'elles se trouvent surtout sur les parties inférieures des rameaux, tandis que, sur le *Magnolia*, les feuilles terminales des branches en portent davantage. J'ai trouvé en quantité, dans mon propre jardin expérimental, des ascidies sur le Trèfle blanc, mais toujours au printemps. Le Saxifrage de Sibérie (*Saxifraga crassifolia*) produit très souvent des ascidies, surtout dans l'arrière-saison, et comme ces organes sont plus ou moins développés, ils fournissent un bon matériel pour l'étude des lois de la périodicité. Sur un Cytise horticole (*Cytisus candidans Atleyanus*), j'ai un jour eu la bonne fortune d'examiner une branche portant des ascidies qui sont très rares dans cette espèce. La branche avait sept ascidies en tout, chacune d'elles étant formée par la métamorphose d'une foliole des feuilles trifoliolées. Les six premières feuilles étaient dépourvues de cette anomalie et tout à fait normales. Venait ensuite un groupe de cinq feuilles, offrant le maximum de la déviation; la première portait un limbe étroit, tubulé; la

seconde et la troisième étaient très modifiées; la quatrième portait deux ascidies et la dernière une foliole à bords légèrement soudés. Toute la partie supérieure de la branche était normale, à l'exception de la dix-septième feuille qui montrait un léger changement dans le même sens. Somme toute, la tendance à produire des ascidies augmentait depuis la sixième jusqu'à la dixième feuille et décroissait ensuite.

Le Miroir de Vénus d'Europe a produit, dans mon jardin, sur le même individu, quelques fleurs à corolles pourvues de quatre lobes, et d'autres à cinq lobes. Les fleurs pentamères étaient placées à l'extrémité des branches, celles du type quatre étaient plus bas. La Digitale péloriée montre la profonde métamorphose des fleurs terminant les tiges mais les branches les plus faibles ont moins de tendance à produire l'anomalie. Le Pin d'Europe ou *Pinus sylvestris* a d'ordinaire deux aiguilles sur chaque ramille, mais les ramilles trifoliées apparaissent sur les tiges et les branches vigoureuses, de préférence sur les parties supérieures des pousses annuelles. Le *Camellia japonica* a souvent des fleurs striées à l'automne et pendant l'hiver; à l'époque de la floraison, au printemps, il retourne à son type mono-chromatique.

Les fleurs péloriées sont parfois terminales, mais, sur d'autres plantes, elles se présentent sur les parties basses des épis floraux. Certaines variétés de Glaieuls donnent, au début de la floraison de chaque épi, des fleurs plus ou moins doubles qui sont remplacées plus haut par des fleurs simples. Un grand nombre de plantes horticoles bulbeuses ou vivaces ne montrent qu'en partie leurs caractères de variété lorsqu'elles viennent de semis et fleurissent pour la première fois. Le Myosotis annuel des jardins, originaire des Açores (*Myosotis azorica*) possède une variété dont les fleurs sont curieuses par leur largeur et présentent souvent 20 segments corollaires ou davantage: le nombre des segments diminue graduellement à mesure que la saison s'avance. Il serait facile de donner beaucoup d'autres preuves de l'application générale de la loi de périodicité dans les variétés instables.

---

## TREIZIÈME CONFÉRENCE

### PISTILLODIE DANS LES PAVOTS

L'une des anomalies les plus curieuses offertes par les plantes horticoles ornementales consiste dans la métamorphose des étamines en carpelles. Elle n'est pas rare, mais, dans la plupart des cas, le changement est si faible qu'on ne l'aperçoit pas d'ordinaire. Dans le Pavot, il est très apparent et augmente l'effet ornemental des jeunes fruits après le flétrissement des fleurs; la capsule centrale est entourée d'une large couronne d'étamines métamorphosées.

Cette anomalie a attiré l'attention des horticulteurs et des botanistes. En général, la métamorphose n'affecte pas toutes les étamines, mais seulement les verticilles les plus internes; les étamines externes restent normales et fertiles, et les fleurs fécondées avec leur propre pollen donnent autant de semences que les Pavots ordinaires. Les anthères et les filets des étamines sont modifiés et ces derniers sont dilatés ou roulés en étuis qui portent des ovules parfaits plus ou moins nombreux. Les anthères sont rudimentaires et remplacées par de larges pièces membraneuses, retombantes, qui font saillie latéralement de part et d'autre de la pointe et constituent les stigmates. D'ordinaire, ces organes altérés sont stériles; mais il est possible parfois de récolter une très petite quantité de semences viables, puisque j'ai réussi à en obtenir un petit nombre de plantes.

La même anomalie se présente dans d'autres plantes. La Giroflée commune (*Cheiranthus Cheiri*) et la Joubarbe des toits (*Sempervivum tectorum*) sont les exemples les mieux connus et tous deux ont été décrits, à plusieurs reprises, par différents observateurs. En parcourant les mémoires publiés sur ce sujet, il est très intéressant de remarquer les

deux opinions opposées émises sur la nature de cette anomalie.

Quelques auteurs, et parmi eux Masters dans sa *Vegetable Teratology*, regardent ces déviations comme purement accidentelles. D'après eux, quelques espèces sont plus sujettes à cette anomalie que d'autres; la Joubarbe en particulier la montre fréquemment. Goeppert, Hofmeister et d'autres ont trouvé accidentellement des Pavots pistilloïdes dans les champs ou les jardins et ont semé leurs graines pour s'assurer de la nature héréditaire de cette particularité. D'autre part, de Candolle, dans son *Prodrome*, décrit la Giroflée pistilloïde comme une variété distincte, sous le nom de *Cheiranthus Cheiri gynantherus*. La forme analogue du Pavot n'est pas du tout une anomalie accidentelle, mais bien une ancienne variété horticole qu'on peut acheter partout sous le nom de *Papaver somniferum monstrosus* ou *P. s. polycephalum*. Puisque c'est une plante annuelle, on n'en vend que les semences, ce qui donne de suite une preuve suffisante de sa transmission héréditaire. Tous les individus analogues qui ont été rencontrés accidentellement par les botanistes peuvent être regardés comme issus de semences disséminées ou accidentellement mélangées à celles des autres variétés. Il est possible aussi que l'anomalie ait été transmise par un croisement spontané.

Lorsqu'on est conduit à étudier l'hérédité des formes pistilloïdes, on trouve des races distinctes qui possèdent cette qualité, tandis que d'autres ne l'ont pas. Il n'est pas utile de cultiver un grand nombre de Giroflées dans l'espoir de voir un jour cette anomalie se présenter; le seul moyen de se la procurer est de la demander à ceux qui la possèdent. Quant aux Pavots, leurs diverses variétés sont si souvent croisées par les insectes que l'apparition d'un changement accidentel peut parfois se produire et, pour la Joubarbe, la variété pistilloïde paraît être le type ordinaire; la famille normale sans métamorphose est très rare et fait peut-être complètement défaut.

Les trois exemples que nous avons pris sont de bonnes races stables offrant leurs particularités régulièrement et en grand nombre, quoiqu'elles soient à ce point de vue

très variables et qu'elles dépendent des conditions extérieures; mais nulle part ailleurs on ne rencontre une aussi grande régularité. Souvent les cultures pédigrées donnent des races pauvres, ne trahissant leur tendance à dévier que de temps en temps et rarement; nous les avons appelées dans une conférence antérieure des « demi-races » et leur rencontre indique que l'observation accidentelle de l'anomalie n'est pas, par elle-même, suffisante pour permettre d'évaluer les chances de répétition de l'anomalie par semis. Un grand nombre d'espèces semblent appartenir à cette série de formes; leurs noms sont donnés dans l'ouvrage de Masters mentionné ci-dessus, et ailleurs. Jusqu'ici, aucun effort n'a été capable de séparer complètement les deux races pistilloïdes des variétés instables correspondantes. On a signalé seulement quelques plantes plus aptes que d'autres à produire cette particularité.

Les étamines sont parfois remplacées par des carpelles ouverts avec des ovules nus développés sur leurs bords, sur leurs marges et même sur toute leur surface interne. On peut les voir dans certaines familles de *Bégonia* et plus rarement dans les Primevères; la pointe de la feuille carpellaire est parfois étirée en un long style terminé par un stigmate aplati en spatule.

La pistillodie des étamines du Pavot est souvent combinée à d'autres anomalies, telles que l'adhérence de quelques étamines altérées qui forment des groupes connés plus ou moins larges, résultant souvent de la soudure de deux, trois, quatre filets et plus. Les fleurs pourvues de nombreuses étamines altérées offrent souvent cette anomalie secondaire, très peu désirable, car elle entraîne des difficultés dans les expériences sur la variation du caractère. Il est facile de voir que s'il est commode de compter les étamines libres transformées en pistils, le dénombrement n'est plus possible lorsque les groupes d'étamines sont plus ou moins intimement soudés en un seul organe; la suture rend le dénombrement difficile, inexact et souvent incertain. L'observation est alors limitée à l'évaluation approchée du degré de la métamorphose et ne correspond pas à une étude numérique rigoureuse. Heureusement, la réaction de cette

espèce à diverses influences est si accusée et si nette que cette méthode imparfaite de description suffit complètement.

Dans les cas extrêmes, j'ai vu toutes les étamines modifiées d'une fleur de Pavot se souder en un seul organe, de façon à former un étui fermé autour de l'ovaire central. On trouve plus souvent des couronnes moins complètes, entourant la moitié ou le tiers de la capsule.

Laissons cette description de l'aspect extérieur de l'anomalie et considérons-la maintenant au double point de vue de l'hérédité et de la variation. Le fait de l'hérédité est prouvé par les expériences de nombreux auteurs et par la circonstance déjà citée que la variété a été propagée par semis depuis plus d'un demi siècle et peut être obtenue de divers marchands grainiers. Au point de vue de la variation, la forme appartient au groupe de variétés instables et se rapproche plus du Trèfle à cinq feuilles que des fleurs striées ou même des Giroflées doubles.

Le Pavot pistilloïde varie autour d'un type moyen à couronnes demi-pleines, allant aussi loin que possible dans les deux sens, mais ne dépassant jamais les deux limites. Il est même douteux que les limites présumées soient atteintes dans les circonstances ordinaires. Les deux extrêmes sont évidemment, d'une part, la métamorphose de toutes les étamines et, d'autre part, le manque absolu de toute tendance visible à la métamorphose. Ces deux limites existent sans doute et seront probablement rencontrées de temps en temps, mais elles doivent être très rares, puisque dans mes expériences étendues qui furent examinées avec soin, je n'ai jamais pu en trouver un seul cas, ni de l'une, ni de l'autre. J'ai observé toujours quelques étamines externes non modifiées, donnant assez de pollen pour permettre la fécondation artificielle de l'ovaire central; d'autre part, il est toujours resté quelques rudiments des filaments durcis ou réduits à de petites protubérances sur l'axe de la fleur.

Entre ces extrêmes, on peut observer tous les degrés intermédiaires, depuis les étamines isolées, modifiées en partie ou en totalité, jusqu'à la métamorphose de plus de 150 étamines. C'est une véritable variation fluctuante, dont le terme

moyen a de 50 à 100 étamines modifiées et forme une couronne presque complète autour de la capsule centrale. A partir de cette moyenne, les déviations les plus faibles sont les plus nombreuses; les plus fortes sont plus rares. L'examen d'une plate-bande de la variété suffit à montrer que, prises au sens large, les lois ordinaires de la variation fluctuante sont applicables. Il n'est pas besoin de compter les individus un à un pour en être convaincu.

De plus, on peut presque toujours observer tous les degrés intermédiaires dans l'intensité de la métamorphose des étamines. Il est rare que toutes soient changées en ovaires normaux de second ordre, pourvus d'un stigmate et d'une cavité remplie d'ovules; souvent le stigmate est incomplet ou même presque avorté; parfois les ovules manquent et la cavité même n'est qu'imparfaitement développée. Il arrive aussi que quelques étamines sont réduites et modifiées en pétiotes minces et durs sans que leur pointe porte de traces d'ovaire; dans ce cas, on ne peut délimiter la base de ces organes et l'axe floral qui les porte, si bien qu'ils ne peuvent se détacher lorsque la fleur se flétrit, mais de petits moignons persistent autour de la base des filaments plus comme complètement métamorphosés. Cette particularité rend souvent le dénombrement des organes altérés tout à fait impossible.

Aussi j'ai choisi arbitrairement divers stades pour exprimer le degré de la déformation d'un lot donné de plantes. Les limites ont été choisies de manière qu'elles soient suffisamment précises et faciles à reconnaître; on compte les éléments de chaque catégorie et les séries de chiffres obtenus permettent de comparer ensuite les groupes de plantes soumis aux expériences.

Il faut dire que, dans ces essais, surtout lorsque le critérium est aussi net que celui qu'offrent les têtes pistilloïdes après l'époque de la floraison, l'examen des plates-bandes en étude indique de suite le résultat de l'expérience. Il suffit même dans la plupart des cas de faire une revue rapide pour arriver à une conclusion précise; s'il n'en était pas ainsi, le dénombrement des individus en différents groupes n'ajouterait rien aux preuves et le résultat

resterait le plus souvent incertain. D'autre part, l'impression faite par les groupes de plantes sur l'expérimentateur et sur ses visiteurs de passage ne peut être exprimée autrement que par des chiffres. C'est pourquoi j'ai donné sous cette forme les résultats de mes expériences.

Je fis six groupes pour sérier l'intensité de l'anomalie ; le premier renferme les cas où la métamorphose se réduit à de petits rudiments ; le second renferme les têtes offrant 1 à 10 carpelles secondaires. Viennent ensuite les groupes formés par une demi-couronne autour du fruit central, le troisième allant jusqu'à cette limite, le quatrième de cette limite à une couronne presque complète. Les couronnes complètes de carpelles secondaires, sans lacunes, donnent les deux derniers degrés, le cinquième n'exigeant que la continuité d'une seule couronne, le sixième correspondant à une couronne large et bien distincte autour du capitule central. Le cinquième groupe renferme souvent de 90 à 100 étamines modifiées, tandis que le sixième en a de 100 à 150.

Dans les cultures ordinaires, le troisième et le quatrième groupe à couronnes incomplètes prédominent ; les larges couronnes sont rares ; de même les fleurs qui, à première vue, semblent être normales ne se trouvent que dans des circonstances qu'on sait être défavorables à la croissance et au développement de l'anomalie.

Après avoir exposé cette méthode très simple et commode d'établir les résultats présentés par des lots équivalents soumis à des influences opposées, nous pouvons maintenant l'utiliser pour étudier l'action des divers facteurs internes et externes qui modifient cette variation extrêmement accusée.

En général, toutes les expériences montrent qu'il existe une relation de cause à effet. Les conditions défavorables réduisent le nombre des étamines modifiées, les conditions favorables accentuent l'anomalie. Cette conclusion est valable non seulement pour les lots composés de centaines d'échantillons, mais aussi pour les diverses capsules observées sur une plate-bande et souvent même sur une seule plante.

Nous pouvons comparer la fleur terminale à celles qui sont portées par les branches latérales de la même plante ;

si aucune influence spéciale ne trouble l'expérience, la fleur terminale porte, en général, la couronne la plus riche ; si cette fleur a plus de 100 étamines métamorphosées, les dernières fleurs développées sur la même plante en auront moins de 50. Dans un sol pauvre, les fruits terminaux ne présentent souvent que 10 à 20 organes monstrueux et, dans ces conditions, j'ai trouvé que les fleurs latérales des mêmes plantes avaient ordinairement moins de 10 étamines altérées. Dans quelques cas, j'ai laissé des branches de troisième et de quatrième ordre, c'est-à-dire les rameaux latéraux des premières branches de mes plantes sélectionnées, croître et fournir des fleurs à l'automne. Leurs anomalies furent ordinairement faibles, parfois très peu accusées, n'ayant que 5-9 étamines stigmatifères autour de la capsule terminale. Je n'ai point vu de capsules secondaires sur ces fleurs, même lorsque l'expérience fut répétée sur une échelle un peu plus grande et pendant plusieurs années.

Dans un même lot de plantes, il existe presque toujours des différences individuelles dues en partie à des inégalités dans les semences et en partie à la diversité des zones de la même plate-bande. Certaines plantes sont vigoureuses et ont de larges couronnes terminales ; d'autres restent très faibles, ont une tige plus grêle, des feuilles étroites et des fleurs de petite taille. La hauteur et l'épaisseur des tiges, la croissance du feuillage et des bourgeons axillaires sont les mesures les plus nettes de la vigueur individuelle des plantes. Le développement de la fleur terminale et les dimensions des ovaires dépendent manifestement beaucoup de cette vigueur individuelle, comme on peut le voir de suite par l'examen d'une plate-bande quelconque cultivée en Pavots. Or, le volume des capsules est facile à apprécier, soit par leur hauteur, soit par leur diamètre, soit encore par leur poids ; de plus, la taille peut servir à les classer en séries. Si nous le faisons avec la variété de Pavot polycéphale, la relation entre la vigueur individuelle et le degré de la métamorphose apparaît aussitôt. Les capsules les plus grosses ont les couronnes les plus riches et le nombre des carpelles surnuméraires diminue dans une proportion à peu près exacte avec le volume des capsules. Les capsules entourées de

moins de 50 étamines altérées pesaient en moyenne 5 grammes, celles qui étaient accompagnées de 50 à 100 carpelles secondaires, 7 grammes, et celles qui avaient une belle couronne, 10 grammes, les carpelles surnuméraires étant enlevés avant la pesée. Des résultats analogues ont été obtenus dans la comparaison du volume des capsules et des organes anormaux qui les entouraient. Le degré de développement de la monstruosité, d'après cette observation, dépend directement de la vigueur individuelle de la plante et varie proportionnellement avec elle.

Les différences observées entre les échantillons provenant d'un seul lot de semences, par exemple des graines d'une capsule autofécondée, sont, comme je l'ai dit, en partie dues à des inégalités toujours présentes dans une plate-bande, même si l'on prend le plus grand soin pour la rendre aussi uniforme que possible. On néglige d'ordinaire, ou tout au moins on n'estime pas à leur valeur, ces différences locales et on considère souvent comme suffisant de cultiver de petits lots de plantes dans des conditions en apparence semblables à celles des planches voisines, pour être autorisé à attribuer toutes les divergences des plantes à des différences héréditaires. C'est vrai, naturellement, pour de grands lots, si les moyennes seules sont comparées; mais, dans les expériences moins étendues, les conditions externes des divers individus doivent toujours être examinées avec soin. Les lots d'un ou de deux mètres carrés suffisent pour ces comparaisons, mais les lots plus petits sont toujours soumis au hasard. Il y a des possibilités qui ne doivent jamais être laissées hors de considération.

Je vais donc montrer maintenant quelques circonstances qui affectent ordinairement d'une manière différente les diverses parties d'une seule et même parcelle.

En premier lieu, il existe des inégalités dans les semences mêmes; certaines germent de bonne heure, d'autres plus tard; celles qui déploient leurs cotylédons un jour de soleil ont de suite des avantages en ce qui concerne la fabrication des aliments hydrocarbonés. Les autres apparaissent par mauvais temps et sont alors retardées dans leur développement. Les effets s'accroissent; les jeunes plantes peuvent

profiter différemment de la lumière solaire, selon la taille de leurs cotylédons. Toute inégalité entre deux jeunes plantules peut s'augmenter par addition des conséquences d'une seule différence initiale.

La même règle s'applique en ce qui concerne le sol de la parcelle. Il est impossible de distribuer la fumure avec une uniformité telle que tous les individus en reçoivent la même quantité dès leur jeune âge. J'ai coutume d'utiliser des engrais secs et pulvérulents, d'en donner des quantités connues pour chaque mètre carré de terrain et de prendre le plus grand soin pour le distribuer uniformément et le mélanger au sol; j'assiste toujours à cette opération très importante. Néanmoins, il est impossible de donner une nourriture exactement égale à toutes les plantes, même d'une petite parcelle. Toute inégalité de cette nature augmentera les différences dans la taille des jeunes feuilles et les variations de production des matières organiques; par suite, l'effet ira toujours en croissant.

La pluie et l'embrun, ou d'autre part, la sécheresse du sol auront des conséquences encore plus grandes. La moindre irrégularité de la surface provoquera la dessiccation rapide de quelques points, alors que d'autres retiendront l'humidité pendant des heures et même pendant des jours. Les graines qui germeront dans les dépressions un peu humides croîtront régulièrement et rapidement, tandis que le déploiement des cotylédons de graines des parties plus sèches pourra être retardé de plusieurs heures et de plusieurs jours. Après de grandes pluies, ces différences augmenteront continuellement et il m'est arrivé de trouver des plantes levées seulement sur les parties humides du sol, alors que les portions sèches restaient parfaitement stériles.

Les places humides semblent donc les plus favorables, mais, en ces points, les semences peuvent germer en trop grande quantité et être si nombreuses que les plantules seront serrées les unes sur les autres et ne trouveront pas assez d'espace, ni de lumière, pour se développer en toute liberté. L'avantage de l'humidité peut devenir un inconvénient à moins que les individus en excès ne soient enlevés en temps voulu.

Toutes ces raisons et d'autres encore font que quelques plantes sont favorisées dès le début par les conditions externes, tandis que d'autres sont retardées; les effets augmentent graduellement et peuvent devenir suffisants pour expliquer des différences individuelles considérables. Il n'est pas douteux que les différences dans la vigueur des plantes et les poids des capsules, qui varient de 5 à 10 grammes pour une seule capsule, proviennent pour la plupart de ces circonstances inévitables. J'ai essayé tous les moyens concevables de remédier à ces difficultés et ce n'est que par le semis des graines en terrines, dans la serre, que j'ai été capable d'obtenir des conditions assez constantes et assez uniformes. Cette méthode exige malheureusement le repiquage des jeunes plantes au début de l'été, opération qui n'est sans danger pour le Pavot et a surtout une grande influence sur la monstruosité de la variété pistilloïde. Aussi mes semis de cette plante ont presque toujours été faits sur les plates-bandes.

Pour montrer combien l'influence de tous ces riens peut devenir grande, nous n'avons qu'à faire deux semis sur des plates-bandes voisines dans des conditions aussi uniformes que possible. Si nous employons, pour ces expériences de contrôle, des semences d'une seule et même capsule, on verra bientôt qu'on ne peut obtenir la ressemblance parfaite des deux lots; les différences qui apparaissent dans ces circonstances ne doivent par conséquent jamais être considérées comme ayant une valeur quelconque, lorsqu'on compare deux lots de semences d'origines différentes ou placés dans des conditions diverses. Il n'y a pas de méthode précise, dans l'évaluation des résultats d'un essai ou dans le dénombrement des divers degrés de l'anomalie, qui puisse faire disparaître les inexactitudes résultant de ces différences.

Il est certainement très important d'avoir une conception exacte de l'influence des conditions ambiantes sur la croissance d'une plante et le développement des caractères dont nous parlons. La question de la sensibilité des plantes à l'égard de ces facteurs n'est pas moins importante; évidemment, cette sensibilité ne reste pas la même pendant toute la durée de la vie et on peut reconnaître des périodes de réactions plus fortes ou plus faibles.

Tout d'abord il est évident que les influences externes ou internes ne sont capables de changer la direction du développement d'un organe que si ce développement n'est pas encore complètement terminé. Pour les jeunes boutons floraux des Pavots pistilloïdes, il y a un certain moment où il est définitivement établi que la jeune étamine sera normale ou sera métamorphosée en un carpelle secondaire. Dès ce moment, aucun changement ultérieur des conditions externes n'est capable de produire un changement correspondant dans le degré de l'anomalie. La vigueur individuelle de la plante entière peut encore être affectée à un degré plus ou moins apparent, mais le nombre des étamines transformées de la fleur est définitivement fixé. La période de sensibilité est terminée.

Pour apprécier avec exactitude la fin de la période de sensibilité, j'ai suivi le développement des boutons floraux pendant les premières semaines de la vie de la jeune plante. On peut voir la fleur terminale sur les jeunes plantes n'ayant que sept semaines dont la tige ne dépasse pas 5-6 cm. de hauteur; le bouton floral dont le diamètre a près de 1 mm. renferme les étamines et les pistils secondaires, visibles, mais encore à l'état de petites protubérances arrondies faisant saillie sur l'axe de la fleur. Quoiqu'il ne soit pas possible à cette époque d'observer aucune différence entre l'étamine future normale et l'étamine transformée, il ne semble pas douteux que le développement soit assez avancé pour que la différenciation soit déjà définitivement établie dans les tissus internes; peu de jours après, les caractères deviendront rapidement visibles et les différentes parties des étamines normales ou métamorphosées en carpelles sont bientôt apparentes. On peut en conclure que la période de sensibilité de l'anomalie est limitée, pour la capsule terminale, aux premières semaines de la vie de la jeune plante; pour les capsules secondaires, il est évident que cette période finit un peu plus tard.

Pour prouver l'exactitude de cette conclusion, j'ai essayé de mutiler les plantes anormales avant la fin des six ou sept premières semaines. J'ai privé les jeunes plantes de leurs feuilles et les ai endommagées de différentes manières. J'ai

réussi à les rendre très faibles et plus grêles sans arriver à diminuer le nombre des carpelles surnuméraires. La proportionnalité de la taille de la capsule centrale et du développement de la couronne qui l'entoure peut souvent être modifiée ou même détruite par ce moyen, ce qui explique les exceptions apparentes à la règle.

J'ai essayé ensuite de modifier le développement de l'anomalie pendant la période de sensibilité et même dans la dernière partie de cette période. Cette expérience réussit complètement lorsqu'elle est faite dans la cinquième ou la sixième semaine après le début de la germination. Comme moyen de mutilation, j'ai transplanté les jeunes plantes; j'ai semé mes graines dans des terrines en sol non fumé et je les ai repiquées dans de petits pots remplis d'une terre très fumée, puis je les y ai cultivées pendant un petit nombre de semaines; je les ai transportées ensuite sur les plates-bandes en prenant soin que les pots soient enlevés sans que les mottes de terre du pied ne soient brisées.

A la suite de ce traitement, les plantes devinrent très grandes et très vigoureuses; elles prirent un feuillage luxuriant et donnèrent des fleurs et des fruits relativement nombreux; mais presque toutes, sans exception, furent très pauvres en étamines anormales, au moins sur les capitules terminaux. Sur un lot d'environ 70 plantes, plus de 50 avaient moins de la moitié d'une couronne de capsules secondaires, tandis que, pour un nombre égal des plantes de contrôle provenant du même paquet de semences, j'obtins des couronnes plus qu'à demi pleines sur toutes les plantes, à l'exception de cinq échantillons faibles.

Il est curieux de comparer les plantes ainsi mutilées artificiellement à celles des cultures ordinaires. Les tiges vigoureuses et les fruits lourds, qui, dans le cas normal, sont toujours l'indice de couronnes très développées, portent alors des fruits dépourvus complètement ou presque de toute anomalie. La règle habituelle semble renversée, ce qui montre la possibilité d'abolir la corrélation entre la vigueur individuelle et les anomalies par une modification artificielle des conditions normales de végétation.

En plus de ces considérations, les expériences donnent net-

tement la preuve de l'existence d'une période de sensibilité, limitée, pour la fleur terminale, aux premières semaines de la vie de la plante. Cette connaissance nous permet d'expliquer beaucoup d'anomalies apparentes pouvant se présenter dans les cultures.

Il nous faut maintenant acquérir une notion plus générale de la période de sensibilité. La réaction aux influences externes sera évidemment d'autant plus grande que les organes seront plus jeunes; la sensibilité diminuera graduellement et le phénomène observé, dans la dernière partie de cette période, peut être considéré comme le dernier effet d'une réaction qui doit être antérieurement beaucoup plus forte et plus prompte, pourvu qu'il soit possible de l'isoler et de l'opposer aux autres réactions de la même plante.

La question étant ainsi élucidée, nous pouvons dire que la période de sensibilité ne commence pas seulement au début de la germination, mais doit aussi renfermer toute la vie de la graine elle-même. Dès le moment de la fécondation et de la formation du jeune embryon, le développement doit être soumis à l'influence des agents externes qui déterminent la direction qu'il prendra et le degré qu'il sera finalement capable d'acquérir. L'époque de la croissance de l'embryon et de la maturation de la graine correspond probablement à la période de la plus forte sensibilité; cette période n'est interrompue que pendant l'état de repos de la graine pour reprendre à la germination; puis la sensibilité décroît lentement et graduellement pour finir avec la détermination définitive de toute la croissance ultérieure, quelque temps avant que la forme extérieure de l'organe devienne visible au microscope. La dernière période de la vie ne correspond qu'au grossissement des tissus et doit avoir encore une certaine influence sur la taille définitive, mais non sur la forme des organes; celle-ci est déterminée avant la fin de la période de sensibilité, et d'ordinaire, avant le début du développement rapide qu'on désigne généralement sous le nom de croissance par opposition à l'évolution de la plante.

Dans la graine, l'évolution de la jeune plante dépend manifestement des qualités et des conditions de vie de la

plante mère. Plus celle-ci est vigoureuse et plus les circonstances ambiantes sont favorables, plus les aliments mis à la disposition de la graine seront abondants et plus le développement de l'embryon sera régulier. Seules les plantes bien nourries donnent des graines bien nourries; aussi les qualités des plantes dépendent, au moins en partie, des propriétés de leurs parents et même de celles de leurs grands-parents.

Il faut en conclure que les différences en apparence héréditaires observées entre les graines d'une espèce ou d'une variété, ou même d'une simple lignée, ou enfin d'une seule plante parente, doivent, pour une grande part et peut-être complètement, résulter des conditions de vie de leurs parents et de leurs grands-parents. Aussi dans la race, toute la variabilité se réduit aux effets des circonstances externes. La nourriture est sans doute la plus importante; son influence est telle que les anciens auteurs désignent les conditions externes par le mot nutrition. Selon Knight, la nutrition règne en maître suprême dans tout le royaume de la variabilité, la qualité de la nourriture et la méthode de nutrition ne viennent qu'en second lieu. La quantité de nourriture utile est le facteur le plus important de tous.

S'il en est ainsi, et si la nutrition détermine le degré de la déviation de tout caractère donné, les individus qui dévient au plus haut degré sont les mieux nourris, non pas seulement pendant la période de sensibilité des caractères en question, mais aussi dans le sens le plus large du mot.

Cette discussion éclaire d'une façon bien curieuse la question de la sélection: Je ne parle pas de la sélection qui consiste dans le choix d'espèces élémentaires ou de variétés dans le mélange initial que nous offrent la nature et les vieilles cultures, mais de la sélection des meilleurs individus pour l'isolement et l'amélioration de la race. Les meilleurs individus ne sont, selon moi, que les mieux nourris. Les conditions externes ont été les plus favorables pour eux, non seulement depuis le début de leur vie sur le terrain, mais aussi pendant leur état embryonnaire et durant la préparation de cet état dans la vie de leurs parents et peut-être même de leurs grands-parents. Sélectionner n'est donc que faire le choix des individus les mieux nourris.

M'appuyant sur les résultats de cette discussion, j'ai essayé de séparer l'élite des Pavots, pourvus des couronnes les plus développées d'étamines pistilloïdes, des individus les plus vigoureux. Comme je l'ai déjà dit, ces deux qualités sont, en général, proportionnelles entre elles; les exceptions qu'on observe peuvent être expliquées par quelque changement ultérieur dans les circonstances externes, comme je l'ai montré. En général, ces exceptions correspondent à des individus portant de grosses capsules avec relativement peu d'étamines métamorphosées; c'est tout le contraire de ce qu'on recherche dans la sélection. Il se peut aussi que ce soient des plantes qui, dès le début, étaient vigoureuses mais trop serrées pour bien se développer; pour cette raison, elles sont devenues plus faibles que leurs voisines, mais ont gardé le développement complet de leur couronne de staminodes qui a été fixée pendant la période de sensibilité et avant l'entassement. J'ai fouillé en vain mes plates-bandes, chaque année et pendant plusieurs générations, sans trouver d'individus, recommandables pour la sélection, qui ne portassent point la marque d'une nutrition meilleure permanente ou au moins temporaire. Je n'ai jamais rencontré de point de départ pour faire une sélection indépendante de l'alimentation.

Résumant les conséquences de cette discussion un peu longue, nous pouvons dire qu'il existe une proportion générale entre la vigueur individuelle et le degré du développement de l'anomalie; aussi, il est facile de voir que toutes les causes externes connues pour modifier la vigueur des plantes ont une influence sur le développement de l'anomalie.

Il ne semble par conséquent pas nécessaire de donner une description complète de toutes mes expériences sur les relations de la monstruosité avec les conditions externes. Une revue rapide suffira. Elle n'est pas seulement destinée à donner une idée des relations qu'ont les Pavots pistilloïdes avec le milieu ambiant, elle doit servir d'exemple général de la loi qui en dérive. Mes expériences sur une grande série d'anomalies différentes montrent que la même règle s'applique partout, et cette règle est si simple qu'il suffit d'en

connaître l'application exacte à un seul cas pour prévoir par analogie ce que l'on peut attendre de l'étude d'une autre anomalie quelconque. Notre appréciation des faits observés et des conditions à adopter dans des cultures étendues dépend beaucoup de ces prévisions. Ce que je vais décrire maintenant doit, par conséquent, être regardé comme une base expérimentale pour l'orientation des recherches de ce genre.

Il faut déterminer tout d'abord le nombre d'individus qu'on peut cultiver sur un espace donné. Quand on sème des plantes dans un but expérimental, il vaut toujours mieux semer en rangs et mettre aussi peu de semences que possible sur chaque rang, afin d'assurer l'espace nécessaire aux jeunes plantes. D'autre part, les semences ne peuvent pas germer toutes et les semis trop faibles entraînent des lacunes dans les rangs; les lacunes ne déterminent pas seulement une perte de terrain, mais des inégalités dans les conditions de vie ultérieure des plantes, puisque les individus développés sur le bord des lacunes auront plus d'espace, plus de lumière et plus de terrain pour l'étalement de leurs racines que ceux qui sont développés en rangées ininterrompues. Il faut donc utiliser de grandes quantités de semences et enlever la plus grande partie des jeunes plantes aux endroits où elles lèvent très drues.

Des cultures serrées donnent en général des plantes faibles, à tiges grêles, le plus souvent non ramifiées et ne portant que de petites capsules; elles fournissent alors des couronnes incomplètes de carpelles secondaires. Le résultat de toute culture dépend donc à un haut degré du nombre d'individus développés par mètre carré. J'ai ensemencé deux plates-bandes semblables et voisines, avec des graines bien mélangées de plantes issues de la même souche et soumises à la même culture, en employant jusqu'à 2<sup>ème</sup>,5 de graines par mètre carré. Sur l'une des planches, j'ai laissé intactes toutes les plantes germées; il en fleurit près de 500 dont 360 étaient presque dépourvues de pistillodie et 10 seulement avaient des couronnes pleines. Sur l'autre planche, j'ai enlevé plus de la moitié des jeunes plantes en ne laissant qu'environ 150 individus; j'ai obtenu 32 individus à couronnes com-

plètes, une centaine environ à demi-couronnes et 25 seulement non monstrueux en apparence.

Ces chiffres sont très frappants. De la même quantité de semence, sur le même espace, avec une exposition semblable et un traitement analogue, j'obtins 10 couronnes complètes dans un cas et 32 dans l'autre. Le sarclage des individus surnuméraires n'a pas seulement augmenté le pourcentage des belles couronnes, mais aussi leur nombre absolu par mètre carré. Ainsi, le plus grand nombre d'anomalies sur un espace donné peut être obtenu en prenant soin de n'y pas cultiver un trop grand nombre de plantes; une augmentation du nombre des plantes au delà d'une certaine limite diminuera les chances d'obtenir ces anomalies. Les cultures les mieux réussies sont obtenues lorsque le maximum d'individus par unité de surface a été déterminé. J'ai fait une expérience de contrôle dans les mêmes conditions et avec les mêmes graines, dont j'ai semé beaucoup moins sur le même espace. J'ai employé 1 cmc. de semence sur ma planche de 2 mètres carrés et j'ai évité ainsi presque tout sarclage. J'obtins 120 plantes dont 30 eurent des couronnes complètes d'étamines métamorphosées, c'est-à-dire à peu près le même nombre qu'après le sarclage dans la première expérience. Cela montre que des quantités faibles de semences donnent des chances équivalentes pour obtenir un nombre plus élevé de grandes couronnes et que cette méthode doit toujours être préférée puisqu'elle épargne la semence et le travail.

Le sarclage est une opération quelque peu dangereuse dans des essais de comparaison. Tous ceux qui l'ont souvent pratiqué savent qu'on a une forte tendance à arracher les plantes les plus faibles et à épargner les plus vigoureuses. Cette méthode est évidemment la meilleure dans les cas ordinaires, mais pour des comparaisons, il ne faut pas l'adopter. Cette règle est très difficile à suivre dans la pratique et, pour cette raison, on ne doit jamais semer plus de graines qu'il n'est absolument nécessaire pour répondre à tous les besoins.

En second lieu, vient la fumure du sol qui est toujours de la plus haute importance, aussi bien pour les caractères nor-

maux que pour les caractères anormaux. La métamorphose des étamines en carpelles dépend, dans une large mesure, de l'état du sol. J'ai fait un essai avec environ 800 plantes développées jusqu'à la fleur en employant un même échantillon de graines dont j'ai semé un tiers sur un sol richement fumé, un tiers sur une planche non préparée de mon jardin et un tiers sur du sable presque pur. A tous les autres points de vue, les trois parcelles furent traitées de la même façon. La moitié des plantes fumées m'ont donné des couronnes pleines, sur le sol non fumé je n'en ai eu qu'un tiers, et sur le sol sableux, une proportion plus faible encore. D'autres essais ont conduit aux mêmes résultats. J'ai souvent fait usage de corne passée à la vapeur et pilée, engrais très riche en substances azotées; un kilo par mètre carré est une quantité largement suffisante pour augmenter le nombre de couronnes pleines à un degré exceptionnel. Dans l'essai de contrôle et dans les circonstances ordinaires, les proportions atteignent environ 50%; avec la corne pilée, elle s'élève à 90%. On peut en déduire ce résultat très remarquable que le nombre des grandes couronnes dans une culture donnée peut être presque doublé par une riche fumure.

Toutes les autres conditions externes agissent d'une manière semblable. Le meilleur traitement donne le meilleur résultat. L'exposition au soleil est l'une des conditions les plus essentielles; dans quelques tentatives faites pour cultiver mes Pavots à l'ombre, j'ai trouvé que la pistillodie était fortement réduite, aucune couronne pleine ne pouvant être observée sur le lot entier. Le temps peut être souvent défavorable, surtout pendant les premiers stades de la croissance des plantes. J'ai protégé mes planches, dans plusieurs essais, en les couvrant de verres pendant quelques semaines, jusqu'à ce que les plantules eussent atteint les châssis. J'obtins un nombre normal de couronnes pleines, environ 50%, à une époque où le temps fut si mauvais que le nombre des couronnes dans les expériences de contrôle fut réduit à 10%.

Il serait superflu de donner plus de détails ou de décrire de nouvelles expériences. Il suffit de dire que les résultats sont tous dans le même sens et que la pistillodie du Pavot

répond toujours clairement au traitement des plantes, surtout de celui qui est donné pendant les premières semaines, c'est-à-dire pendant la période de sensibilité. Plus les plantules sont saines et vigoureuses, plus leurs anomalies seront accusées.

Pour terminer, disons quelques mots sur le choix des semences. Il est évidemment possible de comparer des graines d'origines différentes en les semant, en les traitant de la même façon et en tenant compte de tous les points mentionnés ci-dessus. La première question qui se pose est de savoir s'il y a une différence entre les semences de plantes vigoureuses ayant une belle couronne autour de la capsule et celles des individus plus faibles montrant un développement moindre de l'anomalie. Il faut s'attendre à trouver une différence, puisque la nutrition des semences a lieu durant la période de la plus grande sensibilité. Mais les expériences montreront si cet effet résiste aux influences qui tendent à modifier le développement de l'anomalie pendant la durée de la germination. Le résultat de mes essais est que le choix des semences a une influence manifeste sur le développement définitif de la monstruosité, mais que cette influence n'est pas suffisante pour triompher de tous les autres facteurs.

Le choix des couronnes les plus belles ou les plus petites peut être répété pendant des générations successives et le résultat peut être comparé chaque fois à celui que donnent des cultures provenant d'individus moyens; nous arrivons ainsi à de véritables expériences de sélection qui donnent des changements notables et rapides de la lignée; par la sélection des couronnes les plus belles, j'ai passé, en trois ans, de 40 à 90 étamines métamorphosées et, comme terme extrême, à 120, dans la plus belle fleur de mes cultures; la sélection des couronnes les plus petites m'a permis, en trois ans, d'exclure presque toutes les belles couronnes et d'obtenir des lots dans lesquels les capsules entourées de moins d'une demi-couronne étaient en majorité. Mais ces lots sélectionnés restent toujours très sensibles au traitement, et, par le changement des conditions, l'effet peut être complètement perdu en une seule année ou même orienté en sens inverse.

En d'autres termes, l'anomalie dépend plus des conditions externes qui agissent pendant la période germinative que du choix des semences, pourvu que celles-ci appartiennent à la variété pistilloïde et n'aient point été détériorées par quelque croisement avec d'autres sortes.

Au début de cette conférence, j'ai affirmé que la sélection n'est pas capable de produire un lot pur de fleurs pourvues de belles couronnes sans atavisme, pas plus que d'entraîner la perte absolue de l'anomalie. Pendant une série d'années, j'ai fait l'épreuve de mes plantes dans les deux directions, sans le moindre résultat. Les limites sont vite atteintes de part et d'autre et les transgresser semble tout à fait impossible.

Admettons que ces limites sont les caractères de la variété, et regardons toutes les fluctuations intermédiaires comme des réactions aux influences externes qui agissent pendant la vie de l'individu ou pendant la maturation des semences, nous arrivons à la notion précise d'un type permanent de variété instable. Les limites sont absolument fixes pendant l'existence complète de cette variété déjà ancienne; elles ne changent jamais, mais elles renferment une si grande série de variations que les extrêmes peuvent être regardés comme passant, par sauts brusques, de l'un à l'autre, d'autant plus que l'un des extrêmes peut être pris au point de vue morphologique comme le type de la variation, alors que l'autre ne peut guère être distingué de la forme normale de l'espèce.

---

## QUATORZIÈME CONFÉRENCE

### MONSTRUOSITÉS

J'ai déjà étudié dans une conférence précédente les tendances héréditaires des anomalies; j'ai montré qu'elles ne sont pas identiques pour des anomalies en apparence semblables et qu'on peut, en général, trouver deux types distincts dont l'un constitue une variété pauvre, l'autre, une variété riche; la première présente peu d'exemples de l'anomalie alors qu'ils abondent dans la seconde. Cependant la distinction de ces deux types ne repose pas sur la seule fréquence des organes anormaux, ni sur les caractères visibles. Lorsqu'on découvre une anomalie quelconque, il est donc impossible de dire si elle appartient à une race pauvre ou à une race riche. Cette question importante ne peut être résolue que par des semis directs qui permettent de déterminer le degré de la transmission héréditaire.

Les monstruositées sont souvent regardées comme des accidents, avec raison d'ailleurs, si on ne se place qu'au point de vue morphologique. Mais au point de vue expérimental, il n'y a pas d'accidents; dans le cas actuel, on constate qu'il existe certaines qualités héréditaires internes, souvent latentes, et les anomalies observées doivent être regardées comme des réactions de cette tendance interne à l'influence des agents extérieurs.

Les deux types diffèrent par la fréquence de ces réactions qui sont rares dans la race pauvre et nombreuses dans la variété riche. Les conditions extérieures étant les mêmes dans les deux cas, le facteur hérédité doit être différent. La tendance héréditaire est faible dans l'un et forte dans l'autre; dans les deux cas, d'après mes expériences, elle peut être affaiblie ou augmentée par la sélection et un traitement

convenable; souvent même l'effet est très remarquable, mais pas assez grand pour dépasser les limites qui séparent les deux races. Il semble parfois qu'on ait des exemples de transgression apparente des limites, mais alors la génération suivante montre généralement la fausseté de la conclusion, puisque la forme retourne plus ou moins directement au type qui lui a donné naissance.

Les expérimentateurs doivent toujours étudier les monstruosité à ce point de vue. Les lignées pauvres et riches de la même anomalie semblent tout d'abord si voisines qu'on pourrait penser qu'il est très facile de passer de l'une à l'autre. Néanmoins, on ne connaît pas de changements analogues; quoique j'aie fait plusieurs essais dans ce sens, je n'ai jamais réussi à déplacer les limites. Je suis tout à fait convaincu qu'on découvrira un jour une méthode qui permettra de produire à volonté ces transformations et c'est peut-être de cette façon qu'il sera le plus facile de provoquer des mutations artificielles, mais on ne trouve pas encore la moindre indication de cette possibilité, sauf dans les conclusions trompeuses tirées d'observations trop superficielles.

Malheureusement, les lignées pauvres ne sont pas très intéressantes, car leur culture offre trop peu de chances de reproduire de jolis cas de l'anomalie initiale. Les exceptions à cette règle ne sont fournies que par ces anomalies curieuses et rares qui attirent l'attention générale et sont, par conséquent, toujours les bienvenues. On les recherche alors avec persévérance et le fait de leur rareté impressionne par cela même fortement notre esprit.

Les tiges tordues en fournissent un premier exemple. Cette monstruosité, appelée *biastrepsis*, consiste en des torsions fortement marquées, qui apparaissent dans beaucoup d'espèces à feuilles opposées, quoiqu'en général, elles soient très rares. Les deux cas les mieux connus sont ceux de la Valériane sauvage (*Valeriana officinalis*) et ceux des sortes cultivées et sauvages de Cardères (*Dipsacus fullonum*, *D. sylvestris* et autres). Je les ai cultivés tous deux pendant plus de quinze années, mais avec des résultats différents.

La Valériane est une herbe vivace qui se multiplie chaque année par des jets minces ou stolons produisant à leur extré-

mité de nouvelles rosettes de feuilles au centre desquelles s'élevaient les tiges à fleurs. La plante qui m'a servi de point de départ s'est propagée de cette façon et j'en ai conservé de grandes planches avec des centaines de tiges pendant plusieurs années; dans d'autres, j'ai été obligé de restreindre mes cultures. Cette plante a produit presque chaque année des tiges tordues d'une forme curieuse, dont les feuilles insérées sur le même côté formaient un étendard presque vertical, comme l'ont décrit de Candolle et d'autres observateurs. Mais il ne se présentait chaque année qu'un ou deux cas de tiges anormales; aucun traitement n'a été capable d'augmenter ce nombre d'une manière appréciable. J'ai semé à plusieurs reprises les graines de cette plante, récoltées soit sur les tiges normales, soit sur les tiges tordues, sans obtenir de meilleurs résultats. Je désirais beaucoup pouvoir offrir des cas de cette particularité rare et intéressante aux autres Universités et Musées, mais aucune amélioration de la race ne put être atteinte et j'ai dû abandonner ce projet. Ma Valériane tordue est une race pauvre et je n'ai pu en tirer absolument rien. La race riche correspondante est peut-être cachée quelque part dans d'autres contrées, mais je n'ai jamais eu la bonne fortune de la trouver.

J'ai eu toutefois cette chance avec la Cardère sauvage ou *Dipsacus sylvestris*. Les tiges tordues de cette espèce et des espèces parentes sont souvent rencontrées et ont été décrites par plusieurs auteurs, mais elles furent toujours considérées comme des accidents et personne n'a jamais essayé de les cultiver. Dans l'été de 1885, je vis deux jolies tiges tordues dans un lot de Cardères sauvages normales cultivées au jardin botanique d'Amsterdam. Je me suis proposé aussitôt de m'assurer si elles donneraient une race héréditaire et j'ai enlevé tous les individus normaux avant l'époque de la floraison. Mes deux plantes fleurirent donc en état d'isolement et furent abondamment pollinisées par les insectes. Je ne savais rien, à cette époque, de la dépendance des monstruosité avec les conditions externes et je fis la faute d'ensemencer et de cultiver dans la génération suivante un trop grand nombre d'individus sur un petit espace. L'anomalie se reproduisit néanmoins et les individus aberrants furent

une fois de plus isolés avant la floraison. La troisième génération eut les caractères de la seconde et donna soixante tiges tordues sur environ 1.600 individus. Le résultat était très remarquable et tout à fait suffisant pour provoquer des recherches nouvelles. La condition normale de la race n'était pas atteinte; elle ne le fut que lorsque j'eus découvert les mauvais effets de la culture de plantes trop nombreuses sur un espace restreint. Dans la quatrième génération, j'ai réduit ma culture complète à environ 100 individus et, par ce simple moyen, j'ai obtenu de suite plus de 34 % de tiges tordues. Cette proportion est depuis restée à peu près la même. J'ai sélectionné et isolé mes plantes pendant cinq générations successives, mais sans obtenir de meilleur résultat; le pourcentage des tiges tordues fluctue entre 30 et 45 selon l'étendue des cultures et le temps plus ou moins favorable.

Il est très intéressant de constater, comme cette culture pédigrée le montre, que tout dépend des chances que l'on a de trouver une race riche ou pauvre, puis du traitement, mais très peu de la sélection. Aussitôt que le traitement devient convenable, la valeur totale de la race apparaît et aucune sélection ultérieure n'est capable de l'augmenter d'une manière appréciable. Naturellement, à la longue, les réactions seront en moyenne les mêmes que celles des Pavots pistilloïdes et un examen plus approfondi permettra d'attribuer une certaine influence à la sélection.

Comparée aux Pavots pistilloïdes, ma race de Cardères tordues est beaucoup plus riche en individus atavistes qui ne manquent jamais et constituent toujours une grande partie de chaque génération et de chaque parcelle, soit un peu plus de la moitié des plantes. Les stades intermédiaires entre les tiges droites et les tiges complètement tordues ne font point défaut et on peut facilement observer une série complète de degrés sur des cultures suffisamment grandes; ils sont cependant relativement rares et tout lelot de plantes donne l'impression d'une race dimorphe où les tiges petites et tordues s'opposent fortement aux tiges élevées et droites.

Peut-être ne peut-on mieux voir, en aucun autre cas, un contraste plus vif entre les bons représentants d'une race et les atavistes. Tous les détails contribuent à différencier leur

aspect. La taille des plantes est affectée par le caractère de variété; les atavistes ne sont pas, comme dans le cas des Pavots, réunis au type par une série complète d'intermédiaires et leur rareté rend les extrêmes absolument distincts. Il semble y avoir une lacune analogue à celle qui sépare les fleurs striées du Muflier de leurs atavistes d'un rouge uniforme, tandis que, dans les Pavots, les atavistes peuvent être regardés comme des extrêmes d'une série de variations fluctuant autour d'un type moyen.

C'est pourquoi il est aussi intéressant d'apprécier la tenue héréditaire des atavistes des variétés tordues que celle des descendants à fleurs rouges des Mufliers striés. Pour vérifier ce rapprochement, il suffit d'isoler un certain nombre de Cardères au moment de la floraison. Je fis cette expérience dans l'été de 1900 avec la huitième génération de ma race et je réussis à isoler trois groupes de plantes, à l'aide de sacs de papier parcheminé, en les couvrant alternativement pour laisser les fleurs d'un seul groupe accessibles aux insectes en un temps donné. J'ai fait trois groupes, car les atavistes appartiennent à deux types différents. Certains individus ont des feuilles opposées, d'autres ont toutes leurs feuilles groupées par verticilles de trois; mais, au point de vue de la tendance héréditaire de la torsion, cette différence ne semble avoir aucune importance.

J'obtins ainsi trois lots de graines et j'en semai assez de chacun pour avoir trois planches contenant chacune de 150 à 200 tiges bien développées. Ayant compté les individus tordus, j'ai trouvé presque le même nombre dans les trois lots. Les parents tordus donnent jusqu'à 41 % d'enfants tordus, mais les ataviques à feuilles opposées en donnèrent même parfois un peu plus, 44 %, et les plantes à feuilles ternées 37 %. Les différences sont évidemment trop faibles pour avoir quelque valeur, mais le fait que les ataviques sont des héritiers de la race tordue aussi stables ou presque aussi stables que les plus beaux individus sélectionnés est nettement prouvé par cette expérience.

Il est évident que nous avons ici une race double renfermant deux types qui peuvent être combinés à des degrés différents; ces combinaisons déterminent une grande série de

changements dans la taille des plantes et il ne semble guère juste d'utiliser le même terme pour ces combinaisons et pour les variations communes. C'est plutôt une lutte de caractères opposés qu'un vrai phénomène de variabilité simple; nous pouvons peut-être dire que c'est l'effet de la coopération d'un caractère très particulier, la torsion, avec un attribut à peine variable, la structure normale de la tige. Entre les deux formes extrêmes, il existe une diversité infinie de types renfermés à l'intérieur de limites qui ne sont jamais dépassées. La race double est aussi permanente et, dans ce sens, aussi constante que toute variété simple, à la fois dans sa forme extérieure et dans ses qualités internes héréditaires.

J'ai réussi à découvrir quelques autres races riches de plantes tordues. L'une d'elles, l'Œillet de Poète (*Dianthus barbatus*) donna dans la deuxième génération, après isolement, 25 % d'individus à tiges tordues; comme chaque individu produit souvent plus de 40 tiges, j'ai eu une récolte de plus de 500 cas de cette anomalie curieuse qui d'ordinaire est très rare. L'autre est une variété tordue de *Viscaria oculata* encore en culture, car elle a la très importante qualité d'être annuelle. Elle donna l'été dernier (1903) jusqu'à 65% d'individus tordus, dont beaucoup reproduisirent l'anomalie sur plusieurs branches. D'après quelques observations accidentelles, le *Gypsophila paniculata* paraît promettre des résultats analogues. D'autre part, j'ai semé en vain les graines d'individus tordus de la Saponaire et du Gratteron (*Saponaria officinalis* et *Galium Aparine*) qui semblent, avec quelques autres, appartenir au même groupe que la Valériane et ne constituer que des races pauvres appelées aussi demi-races.

A côté des torsions viennent les tiges fasciées, qui sont parmi les plus communes de toutes les déformations. Elles consistent, dans leur forme ordinaire, en une expansion aplatie et rubanée des tiges et des branches qui, en bas, sont cylindriques, mais perdent graduellement cette forme et s'aplatissent. Parfois, la croissance inégale des différentes portions ou des côtés opposés du ruban produit des courbures qui donnent souvent à la fasciation une forme qu'on peut comparer à une crosse de berger. Les branches et les

tiges fasciées se subdivisent au sommet en un certain nombre de rameaux; souvent cette disjonction se présente dans les portions les plus basses, ce qui entraîne parfois la division de la portion fasciée tout entière. Dans les espèces bisannuelles, la rosette de feuilles de la première année peut être modifiée par la monstruosité, le cœur étant étiré dans le sens transversal au point de devenir linéaire; l'année suivante, cette ligne devient la base de croissance de la tige. Dans certains cas, les tiges fasciées sont élargies et aplaties dès le début et conservent souvent l'élargissement initial pendant leur développement ultérieur. Des espèces de Primevères (*Primula japonica* et autres), de Renoncules (*Ranunculus bulbosus*), le *Crepis biennis*, l'*Aster Tripolium* et beaucoup d'autres peuvent être cités comme exemples.

Certaines fasciées sont assez rares pour être regardés comme appartenant à des races pauvres; dans les essais de culture, elles ne produisent l'anomalie que dans un tout petit nombre de cas. Les épis de Seigle montrent de temps en temps la division du rachis qui est simple à la base et double au sommet, mais cette anomalie ne se reproduit par semence qu'exceptionnellement. Les tiges aplaties de la Garance (*Rubia tinctorium*) sont fréquentes dans les champs, mais elles paraissent avoir aussi peu de tendance héréditaire que le Seigle ramifié. On pourrait en donner beaucoup d'autres exemples. Dans les stations d'origine comme dans les cultures pédigrées, les tiges rubanées apparaissent de temps en temps pendant plusieurs années successives, aussi bien dans les espèces annuelles et bisannuelles que dans les espèces vivaces. La Pédiculaire à fleurs roses (*Pedicularis palustris*) à l'état sauvage, et le Tournesol, parmi les plantes cultivées, en sont des exemples pris dans une longue série de cas analogues.

D'autre part, les races riches en tiges aplaties ne font pas complètement défaut. Elles se trahissent facilement par la fréquence de l'anomalie; elles peuvent donc être remarquées et essayées dans le jardin. Soumises à une culture convenable, elles sont aussi riches en individus aberrants que les races tordues citées plus haut; elles en produisent dans les bonnes années de 30 à 40 % et souvent plus. J'ai cultivé des races riches de Pissenlit (*Taraxacum officinale*), de *Thrinicia hirta*,

de Julienne des Dames (*Hesperis Matronalis*), de *Picris hieracioides* et de *Crepis biennis*, etc.

En ce qui concerne leurs tendances héréditaires, ces variétés riches à tiges aplaties peuvent être placées dans la même catégorie que les races tordues. Deux points paraissent toutefois avoir un intérêt spécial et mériter une étude séparée.

La Crête de Coq commune ou *Celosia Cristata*, une des variétés fasciées les plus anciennes et les plus répandues, peut servir d'exemple pour le premier point. Dans les plates-bandes, on peut les voir souvent en lots uniformes, couvertes de belles et larges crêtes; mais cette uniformité est obtenue seulement par la culture soignée et la sélection des meilleurs individus. Dans les essais expérimentaux, cette sélection doit être évitée et on voit alors apparaître de suite une grande série de variations. Il y a des tiges élevées et ramifiées couvertes de cimes en éventail qui constituent des séries de degrés aboutissant à un atavisme complet, ce qui toutefois n'est pas facile à atteindre. Il faut souvent plusieurs générations successives, obtenues de semences récoltées sur les individus les plus ataviques, pour avoir des individus dépourvus de fascies et même ces lignées sélectionnées retournent toujours au type à crête. Il n'y a pas de transgression, ni de passage brusque à la forme atavique pure, telle qu'on suppose que fut jadis l'ancêtre de la Crête de coq actuelle. La variété renferme des ataviques et des fascies et peut être perpétuée par ses deux types. Sans doute le jardinier prend toujours ses graines sur les Crêtes les plus jolies, mais, avec du soin, les Crêtes parfaites peuvent être obtenues en deux ou trois générations, même en partant des cas de retour les plus accusés. C'est une race double absolument identique à la race de Cardères tordues.

Le second point consiste à donner une preuve directe de cette assertion, tirée de l'étude d'une variété fasciée issue d'une espèce sauvage. Je pris pour mes expériences le *Crepis biennis*. Dans l'été de 1895, j'ai isolé quelques atavistes de la cinquième génération de la race fasciée qui, par la sélection ordinaire, donnait en moyenne de 20 à 40 % de tiges anormales; ces atavistes, isolés, portèrent des fruits abondants

qui m'ont donné, l'année suivante, une collection d'environ 350 plantes, parmi lesquelles 20 % avaient des rosettes élargies et linéaires. Or cette proportion correspond au degré d'hérédité observé, en beaucoup d'années, dans la descendance des tiges les plus larges et les plus fortement fasciées. Ce fait renforce donc notre conclusion relative à la nature intime des races doubles ou des variétés instables.

Les tiges tordues et les fascies sont des monstruosité qui attirent l'attention, mais qui conviennent mal à des recherches expérimentales; elles demandent trop d'espace et trop de soins. Le calcul d'un seul pourcentage exige le dénombrement de quelques centaines d'individus dont la culture s'étend sur plusieurs mètres carrés et encombre le terrain pendant deux années, puisque les meilleures races sont bisannuelles. Aussi les cultures doivent toujours être très limitées et la sélection restreinte aux échantillons les plus parfaits.

Il reste maintenant à savoir si ce caractère est le meilleur pour faire la sélection; ce me semble tout à fait douteux. Dans les expériences relatives à l'hérédité des atavistes, nous avons vu que ceux-ci ne sont, du moins souvent, nullement inférieurs aux meilleurs héritiers de la race, d'où l'idée qu'il n'est pas du tout certain que les caractères visibles d'un individu donnent une mesure exacte de sa valeur en ce qui concerne la transmission du même caractère à sa descendance. En d'autres termes, nous sommes en présence de deux méthodes très différentes d'estimation des tendances héréditaires. La première consiste à évaluer la qualité visible des individus; l'autre est l'observation directe du degré dans lequel l'attribut est transmis. Ces moyens ne sont nullement parallèles et paraissent, en un certain sens, presque complètement indépendants l'un de l'autre. Le fait que les atavistes les plus accusés peuvent donner le pourcentage le plus élevé de descendants ayant le caractère de la race semble ne permettre aucune autre explication.

Si nous développons cette idée, nous arrivons peu à peu à la conclusion que les attributs visibles d'un individu variable sont peut-être les caractères les moins fidèles et les moins sûrs pour la sélection, même s'ils semblent en beaucoup de cas presque les seuls valables. La détermination directe du

degré de l'hérédité elle-même est de beaucoup préférable. Ce degré est exprimé par la proportion des héritiers du caractère dans la descendance et cette proportion doit par suite être regardée comme la mesure la plus exacte des qualités héréditaires. Désormais, nous la désignerons sous le nom de *pourcentage héréditaire*.

Dans les expériences scientifiques, ce pourcentage doit être déterminé pour chaque plante par des cultures pédigrées particulières et la sélection doit surtout, sinon exclusivement, reposer sur elle. Il est facile de voir que cette méthode exige la culture et le dénombrement d'un grand nombre d'individus. Il faut environ deux ou trois cents descendants d'une plante pour obtenir des chiffres décisifs pour un seul individu et la sélection entraîne la comparaison d'au moins cinquante individus et souvent davantage, ce qui porte le nombre total des exemplaires en expérience à quelques dizaines de mille. Dans la pratique, lorsque des intérêts importants sont en jeu, on n'hésite pas à faire l'épreuve d'une quantité aussi considérable de plantes et on en étudie souvent davantage, mais il faut adopter d'autres méthodes, pour éviter ces difficultés, lorsqu'il s'agit de la culture des monstruosité.

L'idée qui s'impose dans ce cas, c'est que plus les plantes sont jeunes lorsqu'elles montrent leurs caractères distinctifs, plus il est facile d'en cultiver un grand nombre sur un espace restreint. Le meilleur moyen est donc de choisir les attributs que l'on peut déjà voir sur de jeunes embryons dès les premières semaines de leur vie. Heureusement, les cotylédons eux-mêmes fournissent des caractères différentiels et on peut ainsi dénombrer les plantes dans les caisses à germination, sans faire de culture dans le jardin. Seuls les individus sélectionnés ont besoin de croître pour mûrir leurs graines, et la sélection complète peut être faite en serre au printemps. Au lieu d'être très encombrante, la détermination du pourcentage héréditaire entraîne la réduction sensible des expériences; de plus, elle peut être facilement faite par quiconque aime les études expérimentales, mais n'a pas les moyens voulus pour faire des cultures sur une vaste échelle. Enfin, cette méthode nouvelle permet de résoudre un grand nombre de

questions relatives à l'hérédité, telles que la périodicité, l'influence de la nourriture et d'autres conditions de vie et même l'hybridation.

Les cotylédons montrent beaucoup de déviations morphologiques, surtout dans les plantes dicotylédones. Une des anomalies les plus communes consiste en la multiplication du nombre des cotylédons qu'on trouve souvent groupés par verticille de trois, parfois même de quatre, plus rarement de cinq et davantage. On rencontre aussi des cotylédons bifurqués dont la division peut s'étendre sur des longueurs variées à partir de la pointe. Toutes ces déviations apparaissent souvent parmi les embryons d'un seul lot et il est évident alors qu'ils constituent ensemble une série continue de groupes dont les verticilles ternés et quaternés représentent les cas où la division atteint son maximum. En somme, nous rencontrons ici un type de monstruosité qui offre une grande série de variabilité fluctuante. Pour simplifier, on réunit tous les embryons à cotylédons divisés et ternés, doublement divisés et quaternés, et même ceux qui présentent les degrés de division plus élevés, sous le nom commun de tricotylés.

Une seconde anomalie des jeunes plantules, qui en est l'opposée exacte, consiste en la réunion de deux cotylédons en un seul organe dont l'origine se trahit, d'ordinaire mais pas toujours, par la possession de deux pointes. Ces embryons sont appelés syncotylédones ou syncotylés. On a aussi observé de temps en temps d'autres monstruosité, qu'il est inutile de mentionner ici.

La détermination du pourcentage héréditaire est très facile dans les cultures de tricotylés et de syncotylés. Les plantes parentes doivent avoir été isolées avec soin pendant la floraison; beaucoup d'espèces se pollinisent en l'absence d'abeilles, il faut en exclure les insectes; d'autres qui ont les étamines et les stigmates très distants doivent être pollinisés artificiellement. Il y en a enfin qui ne se prêtent pas à ces opérations; le seul moyen d'en obtenir des graines est de les laisser visiter par les abeilles et les bourdons. La récolte des semences doit être faite séparément pour chaque plante; cette condition est aussi indispensable dans les études de pourcentage héréditaire en général que dans toutes les cultures

pédigrées scientifiques. Il faut semer chaque lot de graines dans une caisse séparée et prendre soin d'en semer assez pour obtenir trois ou quatre cents plantules de chaque plante. On compte les cotylédons dès qu'ils sont étalés; leur nombre indique la valeur des plantes mères; seules celles qui donnent les pourcentages les plus élevés sont sélectionnées et l'on choisit environ de 50 à 100 des meilleures plantules pour obtenir les graines de la génération suivante.

L'exposé de la méthode montre que la sélection est double; le premier caractère est le pourcentage héréditaire, mais toutes les plantules des parents sélectionnés ne sont pas plantées; il faut encore faire un choix. Cette seconde sélection peut favoriser les tricotylés les plus beaux ou les individus les plus vigoureux ou concerner quelque autre caractère, mais elle est inévitable.

Passons maintenant à la description des cultures. Le point de départ consiste en des tricotylés épars trouvés par hasard dans les semis. Pour augmenter les chances de les rencontrer, il faut examiner des milliers de semences de la même espèce et étendre autant que possible la série des espèces en observation.

Le matériel de début de ces expériences est très facile à obtenir; presque tout échantillon important de semences conviendra. Beaucoup d'espèces donnent quelques tricotylés par chaque millier de graines; il y en a d'autres, dont il faut examiner dix ou cent mille plantules pour en trouver; mais les espèces qui n'ont que des embryons à deux cotylédons sont très rares.

La seconde phase de l'expérience n'est pas aussi facile. Quelques espèces sont riches, d'autres sont pauvres en tricotylés. Cette différence indique souvent ce qu'on peut attendre des cultures ultérieures. Les tricotylés rares correspondent à des demi-races pauvres, tandis que les anomalies plus fréquentes indiquent des races riches ou doubles. Dans les deux cas, l'épreuve est nécessaire et exige l'isolement des individus aberrants et la détermination de leur pourcentage héréditaire. Le degré de la transmission héréditaire est parfois très faible. Les tricotylés isolés donnent alors 1 à 2 % de descendants tricotylés, quelquefois moins, au maximum

3 et 4 %. Si l'on répète l'expérience, aucune amélioration n'est observée et le résultat reste le même pendant plusieurs générations successives.

Dans le cas du *Polygonum Convolvulus*, mes essais ont porté sur six générations sans donner plus de 3 % de tricotylés. Je me suis limité à quatre années successives avec le même résultat négatif avec d'autres espèces telles que l'Épinard, le *Dracocephalum moldavicum* et deux espèces de Silènes des blés (*Silene conica* et *S. conoidea*). Ces races pauvres fournissent à peine le matériel nécessaire pour des recherches ultérieures. Heureusement les races riches, quoique rares, apparaissent aussi de temps en temps. Elles semblent moins communes parmi les espèces sauvages que parmi les plantes cultivées, aussi bien agricoles qu'horticolas. Le Chanvre et la Mercuriale (*Mercurialis annua*) parmi les premières, le Muflier, les Pavots, les *Phacelia*, les *Helichrysum*, les *Clarkia*, parmi les fleurs sont des exemples d'espèces qui renferment des races doubles riches en tricotylés.

Il est très intéressant de noter combien sont fortes les différences des résultats donnés par les races riches et les races pauvres. Le type riche se trahit de suite, sans sélection répétée; les tricotylés épars eux-mêmes, pris dans les échantillons originaux, donnent des pourcentages héréditaires beaucoup plus élevés après l'isolement que ceux cités plus haut; leurs pourcentages atteignent 10 à 20 %, parfois même 40 %. Comme on peut s'y attendre, il existe des différences individuelles et il faut même supposer que certains tricotylés originaux ne sont pas purs, mais résultent de croisements entre des parents tricotylés et dicotylés. Ils sont éliminés aussitôt par sélection et, si on choisit pour la continuation de la race nouvelle les tricotylés seuls qui ont les plus hauts pourcentages, la seconde génération ne montre souvent aucune augmentation du nombre des plantules dicotylées et tricotylées. Les proportions que j'ai observées sont dans la majorité des cas de 51 à 58 %, en moyenne 55 %; il est rare qu'elles s'écartent davantage de cette moyenne.

Ici nous avons le vrai type de « variété instable » qui produit chaque année de la même façon des héritiers et des atavistes. Toute plante autofécondée donne naissance aux deux

types. Le parent lui-même peut être tricotylé ou dicotylé ou montrer n'importe quel degré de multiplication et de division de ses cotylédons, il donne toujours toute la série des variations dans sa descendance. On peut même sélectionner les atavistes, les féconder avec leur propre pollen et répéter cette opération dans la génération suivante sans avoir aucune chance de modifier le résultat. En moyenne, les atavistes donneront des pourcentages héréditaires moins élevés, mais la différence sera faible.

Ces races doubles tricotylées offrent un matériel d'un haut intérêt pour l'étude des questions de l'hérédité, puisqu'ils ont une grande variabilité. On peut sans crainte affirmer que leurs pourcentages héréditaires peuvent monter à près de 100, descendre à 0 et diverger symétriquement des deux côtés de la moyenne (50 à 55 %); ces limites ne seront évidemment pas dépassées et ne seront peut-être même pas atteintes. Les échantillons de semences ne renfermant que des tricotylés sont très rares et, lorsqu'on les rencontre, on peut croire qu'ils sont trop restreints pour trahir les rares aberrants qu'ils pourraient contenir s'ils étaient plus considérables. La preuve expérimentale ne peut être donnée que par la culture de la génération suivante qui découvre toujours les qualités cachées et montre que le type double n'a été perdu que temporairement et doit réapparaître aussitôt que l'on fait de nouveaux essais.

La grande série de variations échelonnées entre des limites définies entraîne un degré élevé de sensibilité et d'exactitude pour les expériences les plus divergentes. Nos races doubles et tricotylées sont peut être plus sensibles à la sélection que toute autre variété et dépendent également des circonstances externes. Ici, toutefois, je me limiterai à la discussion du premier point.

A la seconde génération, après l'isolement des rares plantules tricotylées, la condition moyenne de la race est ordinairement atteinte, mais seulement par quelques-uns des individus les plus vigoureux. Si nous continuons à cultiver la race en ne semant et en ne plantant que les descendants des individus vigoureux, la génération suivante montrera le type ordinaire de variation, avec des oscillations en plus ou

en moins. Le *Phacelia*, la Mercuriale et quelques autres espèces m'ont, par un heureux hasard, donné dans cette seule génération près de 90 % de plantules tricotylées, chiffre qui indique que le type normal dicotylé était déjà rare dans la race. Dans d'autres cas, j'ai obtenu facilement 80 % ou près de 80 %. Il aurait fallu des semis beaucoup plus considérables pour obtenir un écart plus grand de la moyenne, car l'effet de la sélection d'un nombre limité de parents est seulement de conserver le pourcentage élevé obtenu du premier coup. Ainsi, pour la Mercuriale, j'ai sélectionné trois générations successives après avoir atteint la moyenne 55 %, mais les chiffres extrêmes n'ont donné aucune augmentation et sont restés à 86, 92 et 91 %.

Si nous comparons ces résultats avec ceux de la sélection des races tordues et fasciées, nous observons un contraste marqué, puisque ceux-ci n'atteignent que 30 à 40 %, proportion qui ne peut être augmentée quel que soit le nombre des générations étudiées. Les tricotylés donnent en deux générations la proportion d'environ 54 % qui correspond au chiffre moyen. Dès qu'il est atteint, une seule génération suffit pour obtenir une amélioration très considérable, allant à 80 et même à 90 %.

La cause de cette différence ne tient certainement pas à la nature de la monstruosité, mais à la valeur du critérium sur lequel la sélection est fondée. La sélection des individus les meilleurs en apparence est une méthode qui donne des résultats admirables. La sélection d'après le pourcentage héréditaire est une autre méthode qui donne des résultats de beaucoup supérieurs à ceux de la précédente.

Dans la conférence sur la pistillodie des Pavots, nous nous sommes limités à la sélection des individus les plus remarquables et nous avons montré qu'il y a toujours une corrélation évidente entre la vigueur de la plante et le degré de l'anomalie qu'elle présente. La même règle s'applique à d'autres monstruosité et les individus mal nourris de races riches en tiges fasciées et tordues tendent toujours à faire retour. Or, ce retour n'est pas nécessairement en corrélation avec le pourcentage héréditaire et par suite n'indique pas toujours une diminution dans le degré de l'hérédité.

Ceci montre qu'on pourrait s'attendre à des améliorations, même en partant de retours, si seulement on trouvait le moyen de soumettre les races tordues et fasciées à l'épreuve précise adoptée pour les variétés tricotyliées.

Il reste beaucoup à faire. Le principe de la sélection des parents d'après l'état moyen de leur descendance semble être l'une des méthodes les plus fécondes de tout le domaine de la variation.

A côté des tricotyliés, les syncotyliés peuvent être utilisés de la même façon. On les rencontre plus rarement et, dans la plupart des cas, ils semblent n'appartenir qu'à des demi-races peu fécondes. Le *Polygonum Convolvulus*, le Radis sauvage (*Raphanus Raphanistrum*), l'Enothère glauque (*Enothera glauca*) et bien d'autres plantes paraissent renfermer de ces demi-races. D'autre part, j'ai trouvé une plante de *Centhranthus macrosiphon* qui donne jusqu'à 55 % de descendants syncotyliés, ce qui trahit évidemment une race riche ou double ; la Mercuriale fournit de nombreuses déviations de ce genre ; le meilleur de tous fut le Tournesol commun, qui a été choisi pour des expériences plus précises.

En 1888, j'ai eu la bonne fortune d'en isoler quelques plantes syncotyliées et d'en trouver une ayant un pourcentage héréditaire de 19%. La génération suivante dépassa immédiatement la moyenne et aboutit pour trois individus à 76,81 et même 89%. Cette race fut donc isolée de suite et améliorée par sélection. J'ai essayé de continuer la sélection en choisissant les parents à pourcentages les plus élevés pendant sept générations suivantes, sans obtenir aucun résultat remarquable. Je suis arrivé à 90 % et au delà, et même une fois à la pureté apparente de 100 %, mais ces chiffres sont des extrêmes et les moyennes fluctuent entre 80 et 90 % ou aux environs, alors que le minimum est presque chaque année de 50 %, degré qu'on aurait atteint sans sélection.

La sélection dans le sens opposé est aussi facile à faire que la sélection normale ; elle consiste dans le choix des parents ayant le pourcentage héréditaire le moins élevé. On peut facilement imaginer que, par cette méthode, les embryons dicotyliés puissent être rendus purs ; or, ce n'est pas du tout le cas. Il est facile de passer des chiffres élevés, tels que 95 %,

à la moyenne de 50%, puisque le retour à la médiocrité est toujours une chose aisée, mais retomber au delà de cette moyenne semble aussi difficile que de la surmonter. J'ai continué l'expérience pendant quatre générations successives sans être capable de descendre au-dessous d'environ 10%, ni même d'exclure les proportions élevées; chaque année, il réapparaissait des plantes ayant 65 à 75% de plantules syncotylées, malgré la sélection opposée la plus soignée. Le caractère est inhérent à la race et ne peut être éliminé par un moyen aussi simple que la sélection ordinaire, ni même par la sélection fondée sur les pourcentages héréditaires.

Nous avons traité des torsions, des fasciations et aussi des variations de plantules avec quelques détails pour montrer les phases qui ont besoin d'investigations à l'heure actuelle. Il serait superflu d'étudier d'autres anomalies analogues, puisqu'elles obéissent toutes aux mêmes lois. Il suffit d'en faire une revue rapide pour indiquer les perspectives qu'elles ouvrent à l'étudiant de la nature.

Tout d'abord viennent les plantes à feuilles panachées qui sont peut-être les plus variables de toutes les variations. Elles dépendent évidemment des circonstances extérieures; une nutrition convenable rend même les feuilles absolument blanches ou jaunâtres avec des traces à peine perceptibles de vert le long des nervures. Certaines sont de très anciennes variétés cultivées, comme la *Barbarea vulgaris*. Les plantes panachées varient continuellement par sauts du vert au blanc, par graines et souvent aussi par bourgeons. On voit très fréquemment des sports de cette nature sur les arbrisseaux et les arbustes, qui même persistent et se développent pendant une longue série d'années; telles sont les variations de bourgeons du Houx panaché, des Ormes, des Châtaigniers, des Hêtres et d'autres plantes panachées. La panachure affecte assez souvent un seul côté des feuilles ou des rameaux dont une partie est complètement verte. Il est très curieux de signaler que la panachure est peut-être l'anomalie la plus universellement répandue, alors que ses tendances héréditaires sont peut-être les moins connues.

Les Fougères crispées et frisées rentrent dans la même catégorie. Les demi-races de Fougères qui offrent quelques

rare découpages accidentelles semblent être aussi communes que les races doubles cultivées, très riches en belles crêtes; le degré du caractère dépend beaucoup de la culture. Il semble que les spores des feuilles à crêtes sont plus aptes à reproduire la variété que celles des feuilles normales ou même des parties normales de la même feuille, mais les expériences sur lesquelles cette hypothèse est fondée sont anciennes et doivent être répétées. Il convient aussi de faire des essais sur les feuilles divisées. Les ascidies sont de beaucoup plus communes qu'on ne le croit habituellement; les échantillons appartiennent à des races pauvres, mais les Magnolias et les Tilleuls produisent si souvent des ascidies qu'ils semblent être des variétés instables. J'ai vu plusieurs centaines d'ascidies sur un Tilleul et bien plus d'un cent sur un Magnolia; elles diffèrent beaucoup de dimension et de formes, sont composées parfois de deux feuilles au lieu d'une, ou seulement de la moitié d'une feuille, ou même encore d'une portion plus petite de la pointe d'une feuille. Les variétés riches ascidiées semblent offrir un sujet intéressant pour des cultures pédigrées scientifiques.

La suture de fruits et de fleurs voisines dans les capitules, celle des rayons d'Ombellifères ou des fleurs successives des grappes du Choux et des Crucifères, paraissent toujours rares, de même que l'adhérence des organes foliaires aux organes axiles, des branches aux tiges et les autres cas de suture. Bien des cas réapparaissent régulièrement à chaque génération, ou sont rencontrés, au moins de temps en temps, dans les mêmes lignées. La prolifération des inflorescences est très commune, ainsi que le changement de position des fleurs staminées et pistillées. Nous trouvons donc des points de départ pour de nouvelles recherches dans presque toutes les structures tératologiques. Il faut y distinguer et isoler des demi-races et des races moyennes, puis étudier leurs qualités héréditaires, la périodicité du retour de l'anomalie, leurs rapports avec les conditions extérieures et beaucoup d'autres points.

Il y a dans cet ordre d'idées un vaste champ ouvert aux expériences horticoles qui donneraient, en dernière analyse, des connaissances très précieuses sur beaucoup de questions relatives à l'hérédité ayant un intérêt universel.

## QUINZIÈME CONFÉRENCE

### ADAPTATIONS DOUBLES

Le principal objet de toute expérimentation scientifique est d'obtenir l'explication des phénomènes naturels. L'expérience consiste en la reproduction des faits qui se passent dans la nature, dans des conditions commodes pour l'observation et assez bien suivies pour qu'il soit possible de faire une analyse claire des phénomènes et de leurs causes, puisqu'on admet avec raison que les lois sont les mêmes dans les deux cas.

Aux expériences sur l'hérédité et aux essais des éleveurs correspondent la succession des générations à l'état sauvage. Dans les deux cas, la stabilité des espèces élémentaires et des variétés régressives est identique. Partout la progression et la régression sont étroitement liées et les mêmes lois régissent la multiplicité des formes que présentent les plantes cultivées et les plantes sauvages.

Il est facile de reconnaître les espèces élémentaires et les variétés régressives. Il est bien moins commode de découvrir les variétés instables et souvent il a fallu reprendre l'étude de leurs relations héréditaires pour y réussir. On n'a pu encore montrer avec clarté les analogies qu'elles présentent avec les types correspondants des plantes sauvages; on ne peut pourtant douter qu'elles existent. L'hypothèse qui veut les limiter aux plantes cultivées est peu probable. Si les fleurs striées et les feuilles panachées, la métamorphose des étamines en carpelles ou en pétales sont extrêmement rares à l'état sauvage, les anomalies comme le Trèfle à cinq feuilles et beaucoup d'autres ne peuvent être regardées comme la caractéristique de l'état de culture. Toutefois les monstruosité sont

rares et ne peuvent jouer qu'un rôle secondaire dans la nature.

Pour trouver une solution plus complète du problème, il faut examiner les faits à un point de vue général. La grande variabilité des variétés instables est due à la présence de deux caractères opposés qui ne peuvent se développer à la fois sur le même organe parce que l'un exclut l'autre. Si l'un des caractères est actif, l'autre doit être latent; mais l'état de latence n'entraîne pas l'inactivité absolue et souvent même se réduit à gêner le développement du caractère antagoniste et à produire toute une série de degrés moindres. Ce n'est cependant pas une lutte au sens exact du mot, c'est plutôt une exclusion mutuelle; l'un des caractères prend simplement la place de l'autre, s'il est absent, ou le remplace seulement pour la partie où l'autre caractère n'est qu'imparfaitement développé. Les caractères se complètent d'ordinaire à tous les degrés possibles et déterminent ainsi une grande série de variations. Néanmoins, il peut y avoir des lacunes et, dans le cas de la Giroflée double, on ne trouve que l'un des extrêmes.

Il est assez difficile d'acquérir une notion claire sur cette substitution; il semble nécessaire de désigner par un seul mot la parenté spéciale qui unit les deux caractères appareillés de la sorte. On pourrait les appeler caractères alternatifs, si le sens de ces mots n'était pas que la substitution doit être complète ou incomplète à tous les degrés. La substitution complète correspond à la formation des types extrêmes et la substitution incomplète à celle des stades intermédiaires. Dans certains cas, dans les Giroflées doubles, par exemple, la substitution complète domine, tandis que dans d'autres, comme pour les Pavots pistilloïdes, on ne rencontre que rarement les extrêmes.

Si l'on admet que cet état de substitution est un caractère réel des variétés instables, on découvre de suite une grande série de faits analogues dans les attributs ordinaires des plantes sauvages. La substitution est ici un caractère presque universel. C'est la faculté que possèdent les jeunes organes de se développer de deux façons opposées. Le choix définitif peut être fait dès l'extrême jeunesse, mais il a lieu souvent à

une période relativement avancée du développement; alors il est définitif et, dans des conditions normales, aucune modification ultérieure ne pourra se produire.

L'exemple le plus curieux et le plus suggestif d'une semblable substitution est celui de la Renouée amphibie ou *Polygonum amphibium* qu'on connaît sous deux formes, l'une aquatique, l'autre terrestre. On signale ces formes dans les ouvrages de classification sous le nom de variétés, soit *P. amphibium* var. *natans* Mœnch, et *P. amphibium* var. *terrestre* Leers, ou *P. amphibium* var. *terrestris* Mœnch. Des autorités en systématique, comme Koch dans sa flore allemande, Grenier et Godron dans leur flore française, s'accordent pour les regarder comme des variétés. Malgré cela, on observe souvent la transformation brusque de l'une des variétés en l'autre. Ce ne sont que des parties de la même plante, croissant dans des conditions différentes. Les tiges de la forme aquatique, étalées à la surface de l'eau ou submergées, ont des feuilles oblongues ou ovales, glabres et longuement pétiolées. Les plantes terrestres sont dressées, presque dépourvues de ramifications, plus ou moins poilues sur toute leur surface; leurs feuilles sont lancéolées, à courts pétioles et souvent même presque sessiles. La forme aquatique fleurit régulièrement, redressant sa grappe florale perpendiculairement à la surface de l'eau où s'étalent les tiges flottantes; mais les individus terrestres sont souvent dépourvus de fleurs qu'on ne peut observer que rarement, d'après ma propre expérience. On ne trouve point de formes intermédiaires qui manquent peut-être complètement, quoique dans les marais les plantes terrestres présentent certaines variations importantes qui les rapprochent du type aquatique.

La transformation brusque d'un type en l'autre a été reconnue depuis longtemps par des observations sur place, ce qui leur a fait donner le nom d'espèce *amphibium* quoique les herbiers montrent rarement l'opposition des deux formes. Le botaniste belge Massart a fait récemment une étude critique et expérimentale de cette espèce; il a montré que la transplantation dans des conditions opposées provoque toujours le changement, pour ainsi dire à volonté. Si les plantes flottantes sont amenées sur la rive, elles y développent des tiges

dressées et poilues; si des pieds de la forme terrestre sont submergés, les jeunes boutons évoluent en tiges aquatiques longues et lâches; on ne trouve guère de cas de transition et même, dans ces expériences, les deux types reproduisent fidèlement les individus sauvages vivant dans des conditions semblables.

Il n'y a pas, dans les exemples de plantes horticoles et de monstruosité cités plus haut, de cas plus net de variété instable que celui de la Renouée amphibie. La variété *terrestris* se transforme brusquement en la variété *natans* et cette métamorphose se reproduit chaque fois que les conditions de vie l'exigent. Il est vrai que les mutations ordinaires apparaissent sans que nous en discernions la cause et indépendamment de l'adaptation, mais cette différence est due en partie à notre ignorance et en partie à la règle générale qui veut que, seules, les mutations utiles soient épargnées par la sélection naturelle; or, nous qualifions souvent les variations utiles de modifications adaptives.

Il nous reste à étudier un autre côté de la question. Le mot variété, tel qu'il est actuellement employé n'a pas un sens général. Dans ce cas particulier, il est équivalent sans aucun doute à celui de variété systématique, c'est-à-dire de subdivision de l'espèce. Au point de vue biologique, ces subdivisions ne sont autres que des espèces élémentaires et des variétés régressives; elles doivent renfermer aussi les variétés instables dont les deux types opposés sont décrits comme des variétés distinctes.

Beaucoup d'auteurs n'acceptent pas volontiers cette conclusion, mais il est simplement impossible de l'éviter. Les deux formes de la Renouée amphibie doivent rester des variétés bien qu'elles ne soient en réalité que des parties différentes de la même plante. Sinon, puisque des centaines et peut-être des milliers de faits analogues soulèvent les mêmes objections, la notion complète de variétés systématiques devrait être rejetée. Les biologistes n'y feraient naturellement pas d'objection, mais l'étude de la flore de n'importe quelle région nécessite l'emploi des subdivisions systématiques et les botanistes géographes feraient toujours leurs efforts pour les conserver telles qu'elles sont. Il n'y a pas de diffi-

culté intrinsèque à affirmer que les différentes parties de la même plante peuvent constituer des variétés distinctes.

On a parfois inscrit, sous des noms d'espèces, des parties différentes de la même plante. La forme grimpante du Figuier en est un exemple. Sous le nom de *Ficus repens*, on cultive dans les corbeilles une jolie petite plante grimpante qui ne porte jamais de fleurs. D'autre part, un arbuste de nos serres chaudes, le *Ficus stipulata*, cultivé en pots donne un petit arbre qui porte une grande quantité de figues non mangeables. Or les deux espèces ne sont que des parties de la même plante; si on laisse la forme *repens* grimper le long des murs de la serre, elle réussira à produire des branches stipulées avec les fruits de la forme *stipulata*. Le *Ficus radicans* est une autre forme grimpante qui correspond à l'arbuste *Ficus ulmifolia* de nos serres. Le Lierre présente des faits analogues; les tiges grimpantes ne portent jamais de fleurs mais commencent toujours par produire des branches dressées et libres, couvertes de feuilles lozangiques; on a employé souvent ces dernières comme boutures qui ont donné de petits arbustes érigés, couverts de fleurs et connus des horticulteurs sous le nom de variété *Hedera Helix arborea*.

Il est évident que cette classification est presque aussi justifiée que celle qui distingue deux variétés de la Renouée amphibie. Dans cet ordre d'idées, une étape nouvelle et très intéressante nous est fournie par les plantes alpines. La végétation qui couvre les régions élevées des montagnes, désignée d'ordinaire sous le nom de Végétation alpine, présente un grand nombre de caractères communs à toutes les plantes, qui les différencient de la flore des stations d'altitude inférieure. Sur la montagne, les plantes ont des feuilles petites et serrées, des fleurs grandes à couleurs vives. Les formes correspondantes de la plaine ont des tiges plus longues et plus grêles, à feuilles espacées et moins nombreuses. Les plantes vivaces des hauteurs ont des souches épaisses, vigoureuses et très ramifiées, à racines lourdes, où s'accumule, pendant l'été de courte durée, une grande quantité de nourriture qui est utilisée durant les longs mois d'hiver de l'année.

Certaines espèces sont particulières à ces hautes altitudes,

et beaucoup de plantes des plaines n'ont pas de types analogues sur les montagnes; mais un grand nombre d'espèces sont communes aux deux régions et leurs différences sont d'autant plus frappantes. On peut citer les *Lotus corniculatus*, *Calamintha Acinos*, *Calluna vulgaris* et *Campanula rotundifolia*; tout botaniste qui a visité les régions alpines y ajoutera facilement d'autres exemples. L'Edelweiss des Alpes suisses (*Gnaphalium Leontopodium*) perd même ses caractères alpins lorsqu'on le cultive dans la plaine. On trouve régulièrement des formes intermédiaires entre les types des régions basses et ceux des stations élevées; on doit les rencontrer toutes les fois que l'aire d'extension de l'espèce va de la plaine à la limite des neiges éternelles. Dans ce dernier cas, les anciens classificateurs désignaient les plantes alpines sous le nom de *forma alpestris*, réservant le terme *varietas alpestris* pour les types qui ne présentaient point d'intermédiaires.

Sans expériences, il est absolument impossible de dire les véritables relations de parenté qui unissent les formes des régions élevées à celles des régions basses. Vers le milieu du siècle dernier, il était d'usage de récolter des plantes non seulement pour les collections d'herbier, mais aussi pour les planter dans les jardins afin d'observer leur tenue sous les conditions nouvelles. On le faisait dans le but déterminé de découvrir la valeur systématique des différences observées; chaque fois qu'elles se maintenaient, on les considérait comme valables; si elles disparaissaient, on les attribuait soit à l'action des conditions climatériques, soit à l'influence du sol, soit à celle de la nourriture. Pour déterminer l'action particulière de ces facteurs, beaucoup de botanistes ont transplanté les échantillons de leurs jardins dans un terrain aride ou sablonneux et ont cherché si ce traitement leur ferait reprendre les caractères alpins.

Parmi les classificateurs qui ont soumis les plantes à cette épreuve, Nægeli porta plus particulièrement son attention sur les Epervières ou *Hieracium*. Sur les Alpes suisses, ces plantes sont très petites et montrent tous les caractères du type alpin pur. Des milliers de plantes distinctes, cultivées dans le jardin botanique de Munich, soit de semences,

soit de rosettes, ont repris de suite la taille élevée des formes de plaines. Les mêmes individus, qui portaient auparavant des petites rosettes de feuilles radicales et des pédoncules floraux courts et simples, se couvrirent de nombreuses feuilles et fournirent une grande quantité de capitules sur des tiges ramifiées. Plantées ensuite sur le sable aride, quoique dans le même jardin et par conséquent sous les mêmes conditions climatériques, elles reprirent leurs caractères alpins. Cette expérience prouve que la nutrition et non le climat cause le changement.

Les recherches les plus récentes et les plus exactes sur ce sujet sont dues à Bonnier qui a examiné tous les détails du problème aussi bien au point de vue morphologique qu'au point de vue physiologique. Son but était l'étude de la variation partielle sous l'influence du climat et du sol. Dans toutes ses expériences, il partit d'un seul individu divisé en deux portions équivalentes dont il plantait l'une sur la montagne, l'autre dans la plaine. Les cultures de jardin furent faites surtout à Paris et à Fontainebleau, les cultures de montagne en partie dans les Alpes, en partie dans les Pyrénées. De temps à autre on faisait la comparaison des moitiés de la même plante et les cultures étaient en général poursuivies aussi longtemps que vivaient les individus, souvent pendant de longues années.

Pour exposer les résultats de ces expériences, nous prendrons l'exemple fourni par l'Hélianthème commun d'Europe ou *Helianthemum vulgare*. On divisa un pied vigoureux, développé dans les Pyrénées à une hauteur de 2.400 mètres, en deux moitiés dont l'une fut replantée à la même place et l'autre à Cadéac au pied de la chaîne de montagne (740 m.). Pour éliminer l'action du changement de sol, on transporta dans le jardin une certaine quantité de terre de la station d'origine sur laquelle on fit la plantation. De plus, on fit des expériences de contrôle à Paris. Dès que les deux moitiés commencèrent à croître et à produire de nouvelles pousses, l'influence des climats différents se fit sentir. Sur la montagne, la souche resta forte et épaisse, les feuilles et les entrenœuds furent petits et poilus, les rameaux presque retombants se couvrirent de grandes fleurs d'un jaune sombre. A

Cadéac et à Paris, toute la plante se modifia aussitôt; les pousses allongées et grêles portaient des feuilles larges et plates, presque glabres et de nombreuses fleurs d'une teinte pâle. La structure anatomique montrait des différences correspondantes; les espaces intercellulaires, petits dans la plante alpine, étaient larges dans la plante de plaine; les tissus ligneux, abondants dans la première, étaient peu développés dans la seconde.

Le Millefeuille (*Achillea Millefolium*) fournit un second exemple de plante soumise à l'expérience dans les mêmes localités. Les racines longues et épaisses de la plante alpine portaient des tiges courtes, pourvues d'un petit nombre de corymbes floraux, compacts, formant un contraste accusé avec les tiges plus grêles, les feuilles peu serrées et les riches grappes de capitules de la plante de plaine. On put observer souvent les mêmes différences dans la structure interne et externe, ce qui montre qu'ici le type alpin dépend du climat et que chaque individu de l'espèce possède la propriété de prendre les caractères opposés. Les conditions externes déterminent celui des deux caractères qui sera actif et celui qui restera latent; ces exemples semblent exactement analogues à celui de la Renouée amphibie.

Dans les expériences de Bonnier, l'influence du sol était, en général, exclue par le transport d'une certaine quantité de terre de la station et de la moitié de la plante déplacée. Bonnier en déduit que les changements observés sont dus à l'inégalité du climat, c'est-à-dire à trois facteurs principaux: la lumière, l'humidité et la température. Sur la montagne, la lumière est plus intense, l'air plus sec et plus frais. On fit des expériences de contrôle sur les régions élevées en privant les plantes d'une partie de la lumière; différents procédés permirent de leur donner plus ou moins d'ombre, et, en général, les plantes réagirent à ce traitement de la même façon qu'au transport dans la plaine. Bien que plus d'un facteur prenne part à la production des changements morphologiques, la lumière doit être considérée, d'après Bonnier, comme le facteur principal. La réaction est utile; presque toute la structure des plantes alpines est appropriée à produire une grande quantité de matières organiques dans

un court espace de temps, ce qui permet aux plantes de prospérer pendant les étés de courte durée et les longues périodes d'hiver particuliers à ces stations élevées.

En rapport avec ses recherches sur l'influence du climat alpin, Bonnier a étudié la structure interne des plantes arctiques et a fait une série d'expériences sur la croissance des plantes soumises à une lumière électrique continue. Le climat arctique est froid, mais humide et la structure des feuilles est par suite lâche, quoique les plantes restent aussi petites que celles des Alpes. La lumière électrique continue a des effets très curieux; les plantes sont étiolées comme si elles se développaient à l'obscurité, mais elles prennent une teinte vert foncé. Elles montrent plus d'analogies avec les types arctiques qu'avec les formes alpines.

La nature variée du sol produit souvent des changements semblables à ceux que provoque le climat, comme le prouvent les expériences déjà citées de Nægeli sur les Epervières. Il est d'ailleurs facile de le vérifier. Le Lotier corniculé ou *Lotus corniculatus* croît en Hollande sur les sols secs et sableux des dunes et parfois dans les prairies. Dans le premier cas, il forme de petites pousses compactes à fleurs oranges et souvent de couleur très foncée, tandis qu'il est lâche et vert dans la prairie et porte des fleurs plus jaunes. On peut citer beaucoup de faits analogues. Sur les pentes montagneuses de l'Afrique du Sud, spécialement dans le Natal, on trouve une espèce de Composée introduite dans la culture et employée comme plante de suspension. L'*Othonna crassifolia*, comme on l'appelle, a des feuilles charnues presque cylindriques, absolument semblables à certaines espèces de Crassulacées. En sol sec, les feuilles deviennent plus épaisses, plus courtes et prennent une teinte rougeâtre; leurs tiges restent trapues, ligneuses et présentent leurs feuilles en rosettes compactes. Dans les jardins humides et fertiles, la plante se modifie aussitôt, les tiges s'allongent et sont d'un vert foncé. On trouve des transitions; néanmoins, les types extrêmes sont nettement opposés.

On sait que la flore des déserts montre aussi des formes dissemblables qui correspondent à deux types adaptés, l'un au manque d'eau, l'autre, comme les Cactus, à la mise en

réserve de liquide durant la saison des pluies pour l'utilisation à une autre époque de l'année. Si nous n'examinons que les premières plantes, nous remarquons la ramification abondante et compacte, les feuilles petites et serrées, les racines d'une longueur extraordinaire. Leur analogie avec les variétés alpines est évidente ; la sécheresse du sol modifie les plantes de la même façon que les conditions de vie particulières aux régions alpines. On se demande de suite si ces plantes ne nous présentent que des variations partielles et si beaucoup des espèces typiques du désert perdraient leurs traits caractéristiques si on les cultivait dans des conditions ordinaires. Hall a décrit des variétés de *Monardella macrantha*, vivant sur les monts San Jacinto, en Californie, qui rappellent étroitement les cas étudiés par Bonnier ; il semble probable que leur étude faite par la même méthode donnerait des résultats analogues.

Nous pouvons laisser maintenant la description de ces cas particuliers et faire la discussion théorique du sujet pour essayer d'acquérir une connaissance plus précise des analogies qui unissent les variétés instables et les espèces sauvages que nous venons de citer. Tous leurs caractères peuvent être désignés par le terme général de *dimorphisme*. On trouve toujours deux types, qui ne sont pas réunis sur le même individu, ni sur le même organe ; ils s'excluent l'un l'autre et la détermination du caractère adopté se fait dès les débuts du développement. Or, selon la théorie de la sélection naturelle, les espèces sauvages ne peuvent conserver que les qualités utiles ou au moins inoffensives, puisque tous les changements défavorables doivent disparaître tôt ou tard. On sait, d'autre part, que les espèces cultivées possèdent un grand nombre de qualités qui leur seraient nuisibles à l'état sauvage. De même les monstruosité sont aussi dans un état d'infériorité et ne pourraient se maintenir si on les abandonnait à elles-mêmes.

On peut appliquer les mêmes principes aux caractères accouplés, instables ou antagonistes. D'après la théorie de la mutation, les caractères opposés sont ou bien utiles ou bien nuisibles. Les caractères utiles résisteront seuls à l'épreuve ultérieure et, dans des conditions convenables,

deviendront des caractères d'espèce ou de variété. On peut en conclure de suite que le dimorphisme est, en général, une qualité très utile dans la nature, alors que, dans la culture, les variétés dimorphes nous apparaissent comme des anomalies. Il est vrai que les relations de cause à effet peuvent être différentes de ce qu'elles semblent être à première vue ; elles existent pourtant et sont de la plus haute importance.

De ce que les caractères utiles résistent seuls, nous pouvons aussi tirer l'explication de l'hérédité des races monstrueuses. Il est bien évident que les Cardères tordues sont peu favorisées dans leur lutte avec les Cardères normales et les autres plantes qui vivent dans la même station ; par conséquent une race pure de plantes tordues ne tarderait pas à disparaître. C'est ce qui explique que l'on ne connaît pas encore des races analogues à l'état sauvage, mais cela ne prouve pas l'impossibilité ou même l'improbabilité de la naissance de temps à autre d'une race pure tordue. Si l'expérimentateur avait la chance de trouver une race tordue accidentelle, s'il pouvait la protéger et la préserver même dans le cas où elle est tordue dans toutes ses parties, sans branches dressées ataviques, il obtiendrait la monstruosité la plus curieuse qu'on puisse imaginer, supérieure même aux célèbres arbustes nains et tordus des horticulteurs japonais.

Ces variétés n'existent cependant pas à l'heure actuelle. D'autre part, on trouve les races tordues ordinaires à l'état sauvage et il suffit de les isoler et de les cultiver pour obtenir un grand nombre d'individus tordus. Dans la nature, elles peuvent se maintenir pendant des siècles tout aussi bien que les espèces et les variétés normales. Cette qualité résulte exclusivement de leur dimorphisme. Une race tordue de Cardères peut être formée pendant des générations successives par des individus ataviques de haute taille et produire chaque année quelques individus tordus, détruits chaque fois avant la maturité des semences. D'après les preuves dont nous disposons et par analogie avec d'autres cas, la variété serait capable de persister même dans ces circonstances extrêmes aussi longtemps que toute autre variété reconnue ou toute espèce élémentaire. Cette discussion me semble expliquer nettement pourquoi il est possible de

découvrir de temps à autre des variétés qui se montrent riches en monstruosité particulières, lorsqu'on en fait l'épreuve par les méthodes expérimentales.

Il en résulte que les monstruosité, d'une part, les espèces dimorphes, de l'autre, sont les exemples les plus frappants de l'hérédité des caractères latents.

Il reste à examiner les rapports des phénomènes de dimorphisme avec les principes de l'évolution énoncés par Lamarck et modifiés plus tard par les Néo-Lamarckiens. Lamarck prétend que les conditions externes modifient les organismes de façon à les rendre mieux adaptés aux conditions préexistantes de vie. Nægeli donne à cette conception le nom de « Théorie de la cause directe » (*Theorie der directen Bewirkung*), soutenue aussi par Von Wettstein, Strasburger et d'autres savants allemands. Selon cette théorie, une plante qui émigre de la plaine à la montagne se modifie lentement, et prend peu à peu les caractères alpins; dès qu'ils sont acquis, ils se fixent et ont la valeur de caractères spécifiques. Les défenseurs du principe de Nægeli trouvent facilement, soit par l'observation sur place, soit par des cultures expérimentales, des preuves en faveur de la première partie de la théorie. On peut souvent provoquer la transformation des plantes de plaine en variétés alpines et on connaît, pour les caractères et les qualités les plus diverses, des changements analogues dus à l'influence du sol, du climat ou des conditions de vie.

Cependant il est aussi difficile de donner la preuve de la seconde partie de la théorie qu'il est aisé de traiter la première. Si l'on a pu prouver qu'une modification s'est fixée sous l'action, continuée pendant des centaines et des milliers d'années, du climat alpin ou d'autres conditions extrêmes, on n'a pu dire si le changement avait été graduel ou soudain. Darwin a montré que de longues périodes de vie sont favorables aussi bien à un changement brusque dans le sens désiré qu'à l'accumulation lente de faibles déviations. Toute mutation dans une direction mauvaise serait détruite aussitôt, mais une variation brusque utile serait conservée et se multiplierait. Si rares qu'elles soient au début, on peut être sûr que celles qui ont pu se présenter au cours des siècles

se sont conservées. Donc on ne peut guère fournir de preuves directes de la fixation d'un changement graduel.

Il faut d'ailleurs donner à cette hypothèse son sens complet. Si le climat alpin n'a fait rien de plus que de produire un changement transitoire, il est clair que des milliers d'années ne déterminent pas nécessairement des modifications stables et spécifiques. Cette conséquence est l'une des bases indispensables de la théorie de Lamarck. Or le sujet prête à discussion et il semble que le contraire soit prouvé par l'état actuel de la plupart des variétés alpines et par beaucoup d'autres cas semblables. Les observations d'Holtermann, par exemple, faites sur quelques plantes désertiques de Ceylan, ont la plus grande importance. Elles se rapportent à des questions qui ont un grand intérêt pour l'étude de la biologie des déserts américains. Aussi on peut se permettre de les traiter ici avec détails.

Le désert de Kaits, dans le nord de Ceylan, nous offre, sur ses sables secs et brûlants, quelques espèces à nombreux représentants et quelques autres plantes plus rares. Les formes les plus communes sont *Erigeron asteroides*, *Vernonia cinerea*, *Laurea pinnatifida*, *Vicoa auriculata*, *Heylandia latebrosa* et *Chrysopogon montanus*. A l'opposé des types désertiques ordinaires, ces plantes ont un épiderme mince, des stomates ouverts, c'est-à-dire les caractères habituels des espèces habitant les régions plus humides. Elles sont annuelles, croissent rapidement, fleurissent et mûrissent leurs graines avant le maximum de la saison sèche. Ce sont évidemment des restes de la flore d'une période antérieure, alors que le sol n'était point encore aride et on peut les appeler des reliques. Elles sont petites, naines, si on les compare aux formes voisines.

Ces curieuses petites plantes désertiques sont en contradiction avec les vues de Nægeli sur deux points importants. Elles montrent d'abord que les conditions extrêmes ne changent pas nécessairement dans le sens convenable les organismes qui y sont soumis. Pendant les nombreux siècles où ces plantes ont vécu dans le désert en générations annuelles, aucun caractère particulier dans la structure anatomique n'a été modifié. D'où la conclusion que les feuilles

petites, les racines nombreuses, les tiges courtes, l'épiderme fortement cutinisé, les poches aériennes des tissus peu nombreuses et étroites et toute la longue série des caractères des plantes désertiques types, ne sont pas le seul résultat de l'action du climat et du sol. Il n'y a pas d'action directe dans ce sens.

Le second point des idées de Nægeli que contredisent les observations d'Holtermann, dérive de la tenue des plantes du désert de Kaits, lorsqu'elles croissent ou sont semées dans les jardins. Traitées de cette façon, elles perdent de suite la seule particularité qui peut être considérée comme une conséquence de la vie désertique de leurs ancêtres, à savoir leur taille naine. Elles se comportent exactement comme les plantes alpines des expériences de Bonnier et montrent même des différences plus saisissantes encore. Dans le désert, elles ont à peine une taille de quelques centimètres; dans le jardin, elles atteignent et dépassent un demi-mètre. L'action du sol sec n'a produit la stabilité d'aucun caractère, pas même de celui de la taille des tiges qui pourtant n'a qu'une importance secondaire.

De ces faits et discussions, nous devons conclure que l'adaptation double n'est pas provoquée par les influences externes, c'est-à-dire par les influences pour lesquelles ces adaptations sont utiles à la plante. L'adaptation double peut être due à quelque cause inconnue ou ne pas exister. Dans le premier cas, la plante est à même de vivre dans des conditions opposées, de croître sur les limites de régions qu'elle débordé et de couvrir de nouvelles surfaces. Toutes les autres espèces qui meurent sans acquérir ce dimorphisme disparaissent, à l'exception toutefois des curieuses plantes du désert de Kaits. La végétation dans des conditions opposées s'explique aussi bien par l'une que par l'autre hypothèse.

Après l'examen de ces adaptations doubles évidentes, il nous reste à étudier encore le nanisme de nombreuses plantes désertiques et des plantes alpines. Est-ce que les individus nains ne sont que des cas extrêmes de la variation individuelle fluctuante, ou bien faut-il attribuer leur faible taille à quelque qualité particulière, adaptative mais latente?

Il est encore difficile de résoudre cette question, parce qu'on n'a pas encore fait d'études de statistique sur ce mode de variation. La propriété qu'ont les individus nains de mûrir leurs graines n'est pas du tout la conséquence nécessaire d'une variation de taille, car les nains ne sont pas toujours précoces. D'autre part, les variétés naines de nombreuses plantes de jardin, comme les Pieds d'alouette, les Mufliers, les Pavots et autres, sont complètement stables et dérivent par suite de caractères particuliers. Si les caractères se combinaient à la haute taille, pour former des couples antagonistes, on aurait ainsi l'adaptation double et on pourrait sans doute donner une hypothèse expliquant ce phénomène.

Au lieu de discuter ce problème au point de vue théorique, j'aime mieux comparer les espèces naines avec celles qui sont capables de montrer le nanisme dans des conditions beaucoup moins rares que celles qui déterminent les plantes alpines et désertiques. Beaucoup de mauvaises herbes de nos jardins et beaucoup d'espèces sauvages peuvent être géantes ou naines; elles sont de taille élevée et ont des feuilles grandes, des tiges abondamment ramifiées et fleuries, dans les terres humides et fertiles; dans les mauvaises terres, ou après une germination tardive, elles restent toutes petites, ne produisent qu'un petit nombre de feuilles et sont réduites à une seule grappe florale. Les *Datura* et les Amaranthes, l'Avoine et le Seigle même, le Sarrasin surtout, présentent ce caractère. Gauchery a observé que les extrêmes diffèrent souvent plus que 1 de 10. Dans le cas de l'*Erigeron Canadense*, mauvaise herbe très répandue en Europe, les individus les plus élevés ont souvent trente-cinq fois la taille des plus petits; la différence est encore plus grande, si, au lieu de considérer la tige principale, on tient compte de la longueur des nombreuses branches des plantes de haute taille. L'auteur français a fait la même étude sur *Erythræa pulchella* et *Calamintha Acinos*.

Tout le règne végétal fournit des exemples de dimorphisme. Parfois, ils sont typiques et on peut aisément les séparer des cas extrêmes de la variation fluctuante. Ailleurs, l'opposition n'est pas aussi accusée et les deux hypothèses doivent être

examinées avec soin pour qu'on arrive à une décision. Ici, les qualités adaptatives sont évidentes; là, elles ne le sont point. Un grand nombre de plantes portent deux sortes de feuilles avec des formes de passage. Fréquemment les premières feuilles d'une pousse, ou de rejets exceptionnellement vigoureux, ont des formes anormales et on ne sait quelle peut être l'utilité de semblables productions. L'allongement des tiges et la réduction des organes latéraux à l'obscurité sont évidemment du domaine de l'adaptation. Beaucoup de plantes ont des stolons qui présentent l'adaptation double; ils conservent ici leurs caractères de tiges souterraines et prennent ailleurs, sous l'action des agents extérieurs, les caractères des tiges érigées pourvues des feuilles vertes. Les bourgeons de certains arbres et arbustes, absolument analogues d'aspect, produisent soit des grappes florales, soit des tiges feuillées. La propriété de former des épines est aussi de la double adaptation, active sur les sols secs et arides, latente dans les climats humides et dans la culture, comme c'est le cas pour le Pommier sauvage ou cultivé. Les expériences de Eoethelier ont montré que le *Berberis*, le *Lycium* et d'autres arbustes perdent leurs épines dans l'air humide.

Certaines Conifères dont on retourne simplement les bourgeons sens dessus dessous modifient l'évolution de leurs branches horizontales. On peut provoquer la transformation des branches latérales en nouvelles tiges dressées par la section de la sommité normale de l'arbre. Beaucoup d'organes et de fonctions restent à l'état latent jusqu'à ce qu'ils soient éveillés par l'action des agents externes et on pourrait citer beaucoup d'autres faits qui montrent la grande distribution de la double adaptation.

Il y a cependant deux points qui ne peuvent être laissés sous silence. C'est, d'une part, l'influence du soleil et de l'ombre sur les feuilles, d'autre part, la présence fréquente de formes ataviques au début du développement.

Les feuilles de nombreuses plantes et surtout celles de quelques arbustes et arbres ont le pouvoir de s'adapter, soit à la lumière vive, soit à la lumière diffuse. Sur le pourtour de la couronne d'un arbre, la lumière est plus forte et les feuilles sont petites et épaisses, à tissus compacts. A l'intérieur

de la couronne, la lumière est faible et les feuilles sont plus larges pour en recueillir la plus grande quantité possible; elles sont plus grandes, mais plus minces et ne montrent souvent qu'un petit nombre de couches cellulaires. La formation définitive est faite dans l'extrême jeunesse, souvent même durant l'été qui précède l'époque de la première évolution des jeunes organes dans les bourgeons. L'Iris, la Laitue frisée (*Lactuca scariola*) et beaucoup d'autres plantes en donnent des exemples analogues. Comme la détermination définitive des caractères doit être faite longtemps avant l'action directe des conditions qui rendraient le changement utile, on peut à peine concevoir comment elle peut être attribuée à cette action.

Tout le monde sait que beaucoup de plantes montrent dans leur extrême jeunesse des caractères particuliers qui nous rappellent souvent ceux de leurs ancêtres probables. Beaucoup de plantules, surtout celles qui sont dérivées des espèces systématiques les plus proches par des réductions, trahissent constamment leurs relations de parenté par la répétition des caractères ancestraux.

On ne peut guère douter que la loi générale de la sélection naturelle prévaut dans ces cas comme dans beaucoup d'autres; en d'autres termes, il est très probable que le plus souvent les caractères ataviques ont été conservés pendant le jeune âge à cause de leur utilité temporaire. Malheureusement, nos connaissances sur l'utilité des qualités est encore très incomplète. Nous devons croire que ce qui est ordinairement conservé par la sélection naturelle doit être regardé comme utile jusqu'à ce qu'on ait fait des expériences directes.

Il en est ainsi, par exemple, des feuilles submergées des plantes qui sont en général linéaires ou composées et alors réduites à des nervures filiformes très ramifiées. Nous devons en conclure que cette structure est d'une certaine utilité. Or, deux espèces européennes et quelques espèces américaines correspondantes de Berle aquatique (*Sium latifolium*, *Berula angustifolia* et les formes voisines) sont des Umbellifères à feuilles pennées au lieu de feuilles bi- ou tri-pennées; les jeunes plantes et même les jeunes pousses

qui se développent sur les souches submergées suivent la règle indiquée; elles produisent des feuilles très subdivisées et finement découpées en forme de peigne. Au point de vue systématique, ces feuilles indiquent que les Berles aquatiques dérivent des Ombellifères ordinaires qui ont, en général, des feuilles bi- ou tripennées.

Ces adaptations doubles qui dépendent des conditions externes agissant à des époques différentes de l'évolution de la plante sont très nombreuses. Elles sont plus accusées dans les Légumineuses, comme le montrent les feuilles trifoliolées des Ajoncs et des plantes voisines qui, à l'état adulte, ont des tiges vertes dépourvues de feuilles.

Je puis ajouter comme exemple de dimorphisme et de double adaptation probable, due à des conditions externes inconnues, les faits que nous présente le genre *Acacia*. Nous avons vu, dans une conférence précédente, que certaines des nombreuses espèces de ce genre portent des feuilles bipennées, tandis que d'autres n'ont que des pétioles aplatis et analogues à des feuilles. D'après les idées admises en classification, les dernières formes dérivent des premières par la perte du limbe et l'accroissement correspondant de la taille et de la surface du pétiole. Ce qui le prouve, c'est que les jeunes plantules montrent, comme nous l'avons dit, les caractères des ancêtres; la production de feuilles bipennées a été probablement conservée à la période des mutations négatives correspondantes, par suite de quelque utilité distincte, quoique encore inconnue.

En résumé, nous pouvons dire que le dimorphisme utile, ou double adaptation, consiste en une substitution de caractères; il est en tout analogue au dimorphisme utile des variétés instables, ainsi qu'à la rareté dans la nature des monstruosité héréditaires. Les mêmes lois et les mêmes conditions s'appliquent dans les deux cas.

---

V

MUTATIONS

---

SEIZIÈME CONFÉRENCE

ORIGINE DE LA LINAIRE PÉLORÉE

J'ai déjà essayé de montrer que les espèces, au sens ordinaire du mot, se composent de groupes distincts d'unités secondaires. Dans les ouvrages de systématique, on désigne tous ces groupes sous le nom de variétés et on croit généralement que toutes les unités du système n'ont pas toujours la même valeur. Nous en avons déduit la distinction entre les espèces élémentaires et les variétés proprement dites. Les espèces élémentaires sont réunies en espèces dont le type commun initial est aujourd'hui perdu ou inconnu ; de l'ensemble de leurs caractères, on a imaginé un type hypothétique de leur ancêtre commun présumé. Les variétés proprement dites dérivent le plus souvent de types encore existants, et par suite leur sont jointes en sous-ordre. On a vu par des recherches plus précises qu'elles dérivent d'ordinaire de la perte de quelque caractère, ou de la reprise d'un caractère en apparence perdu. Les espèces élémentaires, d'autre part, doivent résulter de la production de qualités nouvelles, chaque acquisition nouvelle étant l'origine d'une nouvelle forme élémentaire.

Nous avons vu en outre que ces améliorations ou ces pertes constituent des limites précises entre les unités secondaires prises une à une. Chaque type varie naturellement autour d'une moyenne et les extrêmes d'une forme peuvent parfois atteindre ou dépasser celles des formes les plus voisines, mais

la descendance des extrêmes retourne toujours au type. La transgression n'est que temporaire et la variation fluctuante ne peut pas, d'ordinaire, entraîner de véritable passage d'une forme à une autre. Même dans les cas de variétés instables, composées de la réunion de deux types opposés dont les individus successifs oscillent constamment d'un extrême à l'autre en passant par toute une série d'intermédiaires, les limites de la variété sont aussi nettes et aussi indépendantes de transgression réelle que celles de toute autre forme.

On voit donc que, dans une énumération systématique complète des véritables unités de la nature, les espèces élémentaires et les variétés sont discontinues et séparées par des lacunes définies. Toute unité du système passe par une étape de jeunesse, peut vivre longtemps à l'état adulte et finalement disparaître; mais pendant toute la période de son existence elle reste la même et elle est aussi nettement différente des unités les plus proches à la fin qu'au début. Si quelques unités meurent, comme cela s'est souvent présenté, les lacunes qui séparent les formes voisines deviennent plus grandes. Cette ségrégation, quoique importante et utile pour la distinction systématique, n'a évidemment qu'une valeur secondaire lorsqu'on considère la nature réelle des unités mêmes.

Nous pouvons maintenant passer à l'examen d'un autre point du problème. Comment les espèces et les variétés ont-elles pris naissance? Selon la théorie darwinienne, elles dérivent les unes des autres, les plus différenciées des plus simples, et une série graduée de passages unit les formes les plus simples aux types les plus compliqués et les mieux organisés. Cette évolution doit naturellement avoir été régulière et continue, présentant de temps à autre des directions nouvelles et enchaînant tous les organismes dans une même généalogie commune. Darwin explique toutes les lacunes dans notre système actuel par l'extinction des formes qui les comblaient antérieurement.

Depuis l'époque où Lamarck a émis le premier l'idée d'une origine commune pour tous les êtres vivants, de nombreux efforts ont été faits pour acquérir une notion claire de la nature véritable de ce processus. On peut dire que la vue

d'ensemble la plus large du sujet, renfermant la généalogie complète du règne animal et végétal, a été tracée par Darwin, mais ce côté de la question ne rentre pas dans les limites de cette discussion.

L'autre côté du problème est relatif à la façon dont les espèces élémentaires et les variétés prises une à une sont nées les unes des autres. Il n'y a pas de raison de supposer que le monde a atteint la limite de son développement et par suite nous sommes conduits à conclure qu'il se forme encore des espèces et des variétés nouvelles. En réalité, on sait que de nouvelles formes naissent de temps en temps, à la fois à l'état sauvage et dans la culture, et ces faits ne permettent pas de douter qu'ils dérivent d'autres types alliés selon des lois naturelles et générales.

Cependant, les conditions dans lesquelles se trouvent les plantes sauvages et même les plantes agricoles et horticoles, quoique permettant la découverte immédiate de la naissance de nouvelles formes, ne sont nullement favorables à des recherches plus précises sur la nature réelle du processus. Je remettrai donc la discussion des faits à une autre conférence, car leur importance sera plus facile à comprendre lorsqu'on aura examiné des cas mieux connus.

Les données complètes ne peuvent être obtenues que par l'expérimentation directe. Les études de comparaison ont naturellement quelque valeur pour l'éclaircissement des problèmes généraux et des grandes lignes de la généalogie des êtres vivants; mais l'étude restreinte et plus pratique des relations génétiques qui relient les formes isolées les unes aux autres doit être faite d'une autre façon, par l'expérience directe. Il faut employer les méthodes exactes du laboratoire et le laboratoire ici, c'est le jardin. Les cultures doivent être soumises aux soins les plus grands et toutes les précautions doivent être prises pour éliminer les chances d'erreur. Il faut conserver purs les parents et les grands-parents, contrôler leur descendance et noter avec soin tous les faits relatifs à la naissance ou à l'origine des nouveaux types.

Deux grandes difficultés, dont l'une est de nature théorique, l'autre, de nature pratique, ont empêché les anciens biologistes de faire ces recherches expérimentales. La pre-

mière consiste dans la croyance générale à l'évolution lente; l'autre, dans le choix d'un matériel convenable pour des recherches expérimentales. On croit encore généralement que l'hypothèse de la sélection naturelle, telle que Darwin l'a établie, entraîne nécessairement la preuve de la modification lente de la moyenne des variations individuelles fluctuantes, modification qui finit par établir des différences spécifiques entre les individus. On oublie que les lois de Quételet sur les fluctuations n'étaient pas encore découvertes à l'époque où Darwin proposa sa théorie. Aussi, n'y a-t-il aucune liaison réelle et intime entre ces deux grandes notions. Darwin a montré qu'il fallait souvent beaucoup de temps pour obtenir de petites améliorations et que cette longue durée fournissait aussi des variations brusques.

A mon avis d'ailleurs, les auteurs qui se sont abstenus de recherches expérimentales sur l'origine des espèces à cause de cette interprétation étroite des vues de Darwin ont eu tort. Le choix du matériel est une difficulté très différente, car tout dépend évidemment de ce choix. On peut chercher à découvrir accidentellement des cas favorables, mais, en général, la meilleure méthode à suivre est de faire l'épreuve de la plus grande quantité de plantes possible; la plupart ne montreront rien d'intéressant, mais quelques-unes peuvent conduire au résultat cherché.

J'ai choisi, pour la conférence d'aujourd'hui, l'étude d'un cas dont le choix a été déterminé par des raisons évidentes; c'est celui de l'origine de la Linnaire péloriée (*Linaria vulgaris peloria*).

La raison de ce choix consiste simplement dans le fait que la Linnaire péloriée est née, comme on le sait, du type normal à des époques différentes, dans des régions diverses et dans des conditions plus ou moins distinctes. Elle est apparue de temps à autre et j'en ai conclu que cela donnait des chances de la voir naître encore. Si cette naissance pouvait se produire dans les recherches expérimentales, on obtiendrait facilement les preuves cherchées; en d'autres termes, il fallait s'efforcer d'être présent à l'époque où la nature produirait un autre cas de ces rares anomalies.

Il y avait encore une autre raison qui déterminait le choix

de cette plante. Le passage de la Linaire normale à la Linaire péloriée est de courte durée et il semble qu'il ne peut se produire par une métamorphose lente. L'espèce commune donne de temps en temps quelques fleurs péloriées qui apparaissent à la base des grappes, rarement en leur milieu ; dans d'autres espèces, on les trouve souvent au sommet des grappes. Les pélories terminales sont généralement régulières et présentent cinq éperons égaux. Les pélories latérales sont souvent symétriques par rapport à un plan, mais cette symétrie est naturellement moins accusée que dans les fleurs bilabiées normales ; elles présentent des éperons inégaux, l'éperon moyen est d'ordinaire le plus long, les deux latéraux sont plus courts et ceux qui se trouvent de l'autre côté de la corolle sont les plus courts de tous. Ce curieux reste de la structure symétrique de la fleur qui a servi de départ a été négligé jusqu'ici par ceux qui ont décrit les Linaires péloriées.

La variété péloriée de la Linaire est caractérisée par la production de fleurs qui sont toutes péloriées. On n'y trouve plus aucune fleur bilabiée munie d'un seul éperon. J'ai eu autrefois un lot de cette belle variété ; c'était un spectacle très curieux et très beau de voir les milliers de fleurs presque régulières fleurir ensemble. On trouve sans doute un certain degré de variation, qui est même assez considérable ; le nombre des éperons varie de quatre à six et même quelquefois davantage, mais en réalité il ne se réduit jamais à un seul. On peut imaginer deux moyens de passage de la variété au type normal. L'un d'eux consisterait en une faible augmentation du nombre des fleurs péloriées sur chaque plante, tandis que le nombre des fleurs normales diminuerait ; l'autre serait une variation brusque d'un extrême à l'autre, sans transitions. Cette dernière variation passerait facilement inaperçue sur les champs d'observations et le fait qu'on ne l'a pas signalée ne peut être regardé comme la preuve directe de son absence. D'autre part, il pourrait se faire qu'on ne réussisse jamais à l'observer dans les cultures expérimentales.

Ce fut Zioberg, un élève de Linné, qui signala le premier l'existence de la Linaire péloriée dans les environs d'Upsal. Rudberg décrivit cette curieuse découverte dans sa thèse,

vers 1744. Peu de temps après, vers 1791, Link, en trouva d'autres stations en Allemagne, près de Gottingue et plus tard dans le voisinage de Berlin, comme l'a montré Ratzeburg en 1825. Depuis, on en a signalé beaucoup de stations en Europe; en Hollande, par exemple, on en a trouvé dernièrement près de Zandwort, en 1874, et près d'Oldenzaal, en 1896. Dans ces deux derniers cas, les formes péloriées sont nées spontanément dans des endroits qui étaient souvent visités par les botanistes avant qu'on ne les ait observées et, par suite, il n'est pas douteux qu'elles se soient formées directement et indépendamment dans l'espèce ordinaire qui croît dans ces stations. Ces remarques sont sans doute applicables à d'autres apparitions de la même anomalie.

Dans beaucoup de cas, on a signalé la disparition de la variété après un certain laps de temps, l'individu original mourant sans en produire de nouveaux. La Linaire est une herbe vivace qui se multiplie facilement par boutures développées sur les racines, mais même avec ce procédé de multiplication sa persistance paraît être limitée.

Il y a un autre argument important qui plaide fortement en faveur de l'apparition indépendante de la forme péloriée dans ses multiples stations. C'est la difficulté de la fécondation et la stérilité de la plante, même soumise à la pollinisation artificielle. Les abeilles et les bourdons ne peuvent pénétrer dans les fleurs tubulées étroites et transporter le pollen sur les stigmates. On n'a jamais trouvé de capsules mûres, pourvues de semences, à l'état sauvage. Le seul auteur qui réussit à semer les graines de la variété péloriée est Wildenow; il n'a obtenu d'ailleurs qu'un tout petit nombre de plantules. Par la fécondation artificielle, on n'arrive pas à de meilleurs résultats, car les anthères paraissent très modifiées par l'anomalie. J'ai essayé à la fois la fécondation propre et la fécondation croisée et ce n'est qu'avec la plus grande peine que j'ai réussi à récolter une centaine de graines; j'ai été obligé pour les obtenir de faire la fécondation artificielle sur plus de mille fleurs développées sur environ une douzaine de plantes péloriées.

Puisque la variété est par sa nature particulière complètement stérile, il faut écarter l'hypothèse que les plantes des

différentes stations connues aient une origine commune. On doit admettre qu'il y a eu presque autant de mutations que de stations, ce qui augmente les chances de voir surgir une mutation analogue dans ses propres cultures. Il faut aussi se rappeler que l'on connaît des formes péloriées dans un certain nombre d'espèces distinctes de Linaires et même dans beaucoup des genres voisins du groupe des *Labiatiflores*.

Nous passons maintenant à la description de mes expériences personnelles. Elles n'ont évidemment pas donné de résultat définitif dès la première année; au contraire, je n'ai eu la chance d'observer la mutation qu'après l'avoir cherchée en vain pendant huit années. Mais comme tous les documents biologiques relatifs à ces générations antérieures ont été recueillis et notés avec soin, il est facile de donner l'interprétation exacte des faits.

Mes cultures commencèrent en 1886. J'ai choisi quelques plantes du type normal, pourvues d'une ou de deux fleurs péloriées parmi un grand nombre de plantes normales que j'avais trouvées dans une station voisine d'Hilversum en Hollande. J'en ai planté les souches dans mon jardin et j'ai pu observer l'année suivante la première génération de fleurs. Les semences me fournirent la seconde génération que je cultivai pendant 3 années successives. Elles fleurirent à profusion et ne donnèrent qu'une fleur péloriée en 1889 et deux en 1890. J'ai récolté les graines de 1889 et j'en ai eu la troisième génération en 1890-1891. Ces plantes ne fleurirent que la seconde année et fournirent, parmi quelques milliers de fleurs symétriques, une seule fleur à 5 éperons. J'ai pollinisé cette fleur moi-même et elle a produit une grosse capsule renfermant assez de semences pour la culture complète de 1892, dans laquelle je n'ai semé que ces dernières graines.

ces  
semences  
sont  
de type long

Jusqu'à ce moment mes deux générations me demandaient chacune deux années parce que les plantes étaient vivaces, mais cette propriété paraissait diminuer d'intensité avec la culture et je me suis proposé d'essayer d'augmenter mes chances en obtenant une génération nouvelle chaque année; aussi je semai les graines choisies dans une caisse placée

dans la serre de mon laboratoire et je repiquai les jeunes plantes dès qu'elles eurent atteint quelques centimètres de hauteur; chaque plantule fut placée dans un pot distinct, rempli d'une terre très fortement fumée. Les pots furent conservés en serre jusqu'au début de juin et les jeunes plantules produisirent pendant cette période un grand nombre de tiges secondaires sorties des curieux boutons hypocotylés qui sont caractéristiques de l'espèce. Ces tiges se développèrent rapidement; dès qu'elles furent assez fortes, les plantes furent mises dans les plates-bandes à l'air libre; toutes ou presque toutes, soit une vingtaine d'échantillons, fleurirent le mois suivant.

Je n'ai observé qu'une fleur péloriée parmi toutes les fleurs obtenues; je conservai la plante qui la portait, avec une autre plante normale, pour la culture de l'année suivante et je détruisis les autres. Ces deux plantes poussaient côte à côte; je les laissai se féconder par l'intermédiaire des insectes en les isolant de toute autre plante de la même espèce. Elles fleurirent abondamment et ne produisirent pendant tout l'été que des fleurs bilabiées à un éperon qui fournirent plus de 10 cmc. de semences mûres.

C'est de ce couple de plantes que dérive ma race péloriée; comme ce sont les ancêtres des premiers exemples observés avec attention de la mutation péloriée, il me semble utile de donner quelques détails sur leur fécondation.

Les plantes isolées de *Linaria vulgaris* ne donnent pas de graines, même si on les laisse se féconder librement par les abeilles. Il est nécessaire d'utiliser le pollen d'autres plantes. Cette nécessité n'est nullement limitée au genre *Linaria*; on connaît beaucoup de faits analogues dans différentes familles. On prétend généralement que le pollen de tout autre individu de la même espèce est capable de produire la fécondation, mais il faut dire qu'on a rarement fait l'examen critique de cette question.

Il n'en est pas ainsi pour l'exemple qui nous concerne. J'ai pollinisé un certain nombre de plantes, provenant de semences de la même lignée, et je les ai groupées par paires en empêchant la visite des insectes et en éliminant tout pollen autre que celui des deux plantes accouplées; quel-

ques paires furent stériles, d'autres fertiles dans des proportions que j'ai trouvées presque équivalentes, c'est-à-dire que, pour tout individu donné d'une lignée, le pollen d'une moitié des autres plantes est capable de produire la fécondation, mais que celui de la seconde moitié ne l'est pas. Nous sommes donc conduits à reconnaître la présence d'un cas curieux de dimorphisme, sans caractères visibles différentiels dans les fleurs. Jusqu'ici, on n'avait pas encore observé ces caractères opposés dans le cas de notre Linaire.

Pour obtenir des semences des plantes isolées, il est donc nécessaire d'avoir au moins deux individus appartenant à deux types physiologiquement distincts. Or, en 1892 et en d'autres années, mes plantes, quoique séparées au début par des distances d'environ 20 cm., développaient des racines assez longues pour empêcher le strict isolement des individus; en n'importe quelle portion du sol, ces racines pouvaient produire plusieurs tiges et il était évidemment impossible de dire si elles appartenaient toutes à un seul individu initial ou aux racines mélangées de plusieurs individus. Comme aucune autre lignée ne fut cultivée avec mes plantes sur la même parcelle, j'ai regardé toutes les tiges d'un petit groupe comme appartenant à une seule plante, mais leur fertilité parfaite montrait, selon l'expérience décrite plus haut, qu'il devait au moins y avoir deux individus en mélange.

Revenons maintenant à la paire de plantes cultivée en 1893. Je n'avais naturellement aucune raison d'attribuer à leurs graines une valeur plus grande qu'à celles des années antérieures. Il s'en suit qu'il m'a paru inutile de faire de grands semis, et que j'ai cultivé juste assez de jeunes plantes pour en avoir environ cinquante en fleurs dans l'été de 1894. J'ai pu observer sur elles quelques fleurs péloriées, dispersées çà et là, mais en nombre légèrement plus élevé que dans les années précédentes; 11 plantes portaient une, deux ou même trois de ces anomalies. Ce résultat ne peut être regardé comme un véritable progrès, puisque la variation individuelle peut produire quelques plantes analogues à chaque génération, quoique le nombre en reste ordinairement faible. Mais en plus de ces plantes, j'ai pu en voir une seule qui ne portait

que des fleurs péloriées groupées en grappes sur plusieurs tiges et branches. Toutes étaient péloriées sans exception. Les autres plantes furent complètement détruites. Je ne conservai pour l'hiver que la plante péloriée en prenant soin d'isoler complètement ses racines. Le sarclage doit porter à la fois sur les tiges et les racines et la destruction de ces dernières exige naturellement un travail considérable. Toutefois, l'année suivante, j'eus la preuve du succès de l'opération puisque ma plante fleurit abondamment pour la seconde fois et resta fidèle au type de l'année précédente en ne produisant que des fleurs péloriées.

Nous avions donc la première mutation expérimentale qui consiste en la naissance d'une race péloriée. Elle était accompagnée de deux faits bien précis. L'ascendance était connue au delà d'une période de quatre générations; les ancêtres avaient vécu entourés des soins et des conditions ordinaires d'un jardin d'expérience; ils avaient été isolés des autres *Linaires*, mais fécondés librement par les abeilles ou parfois par moi-même. Cette ascendance était tout à fait stable en ce qui concerne la pélorie et restait fidèle au type sauvage qu'on trouve partout dans ma région; elle ne montrait à aucun point de vue des tendances à produire une nouvelle variété.

La mutation se fit brusquement par un saut soudain des plantes à pélorie rare au type exclusivement pélorié. Aucun degré intermédiaire ne fut observé. Les parents eux-mêmes avaient porté des milliers de fleurs pendant deux étés, fleurs qu'on examinait presque chaque jour, dans l'espoir de trouver quelque pélorie et de récolter leurs graines à part. On ne trouva qu'une seule fleur péloriée; s'il y en avait eu davantage, par exemple un pourcentage peu élevé, il aurait été permis de regarder cette trouvaille comme une étape intermédiaire préparant un changement imminent; mais il n'en fut rien. Il n'y eut pas de préparation visible à la variation brusque.

La variation, d'autre part, fut totale et complète; il ne resta aucune trace de l'ancienne forme. Pas une seule fleur de la plante mutante ne fit retour au type initial; toutes ont conservé fidèlement les nouveaux caractères et ont présenté le nombre anormalement élevé des éperons, la forme tubulée

de la corolle, l'ouverture arrondie et étroite de la gorge. La plante tout entière différait du type ancien dont elle était issue.

Il y avait trois moyens de continuer l'expérience. Le premier était indiqué par l'abondante récolte des plantes mères de la mutante. Il semblait possible de trouver la proportion numérique des semences mutantes à celles donnant des plantes normales. Pour la déterminer, j'ai semé la plus grande partie de mes 10 centimètres cubes de semences et repiqué environ 2.000 jeunes plantules dans de petits pots remplis de terre bien fumée. J'obtins environ 1.750 plantes en fleurs, parmi lesquelles j'observai 16 individus complètement péloriés. La proportion numérique de la mutation devait donc être regardée comme étant environ 1‰ de la récolte entière. Ce chiffre a quelque importance; il montre que la chance de trouver les mutations demande la culture de grands lots d'individus. Une plante sur un cent peut muter et les cultures de moins de cent individus donneront des résultats qui dépendent complètement du hasard en ce qui concerne l'apparition de nouvelles formes, même si celles-ci ont été produites accidentellement et se trouvent à l'état latent dans les semences. Dans d'autres cas, les mutations peuvent être plus nombreuses ou plus rares; mais les chances de trouver des mutantes en nombres plus élevés sont certainement très réduites d'après cette expérience; on doit s'attendre à ce qu'elles forment une très faible proportion de la culture.

En second lieu, on pouvait se demander si la mutation se répéterait? Fallait-il l'attribuer à quelque cause latente capable d'agir plus d'une fois? Y avait-il quelque tendance cachée à la mutation qui, de faible qu'elle était d'ordinaire, aurait été renforcée dans mes cultures par quelque influence inconnue? La mutation observée devait-elle être attribuée à une cause commune à tous les autres cas déjà signalés? Pour résoudre ces questions, je n'ai eu qu'à continuer mes expériences en éliminant tout croisement des individus en mutation avec les autres plantes du même lot. Je récoltai les semences de groupes bien isolés pendant plusieurs années et les semai à des époques différentes. Pour des causes diverses, je n'étais pas préparé à faire des cultures importantes de ces graines;

malgré cela, la mutation se reproduisit. Ainsi, j'ai obtenu une fois deux plantes, une autre fois une plante, qui portaient exclusivement des fleurs à plusieurs éperons. Je les ai regardées, cela se comprend aisément, comme les nièces des premières plantes mutantes observées tout d'abord. Elles prirent naissance exactement de la même façon, par variation brusque, sans aucune préparation et sans intermédiaires.

La mutation est donc une variation qui se répète; elle est l'expression de quelque condition cachée, ou, comme on a coutume de le dire, de quelque tendance latente. La véritable nature de cet état des qualités héréditaires est encore aujourd'hui tout à fait inconnue; il ne serait pas prudent de formuler des conclusions plus complètes avant que les preuves fournies par les Enothères aient été examinées.

En troisième lieu, il s'agit de savoir si la mutation est totale, non seulement au point de vue des caractères morphologiques, mais aussi en ce qui concerne l'état héréditaire des individus en mutation. Malheureusement la stérilité presque absolue des plantes péloriées indiquée plus haut, rend les expériences très difficiles. J'ai isolé et planté ensemble pendant plusieurs années les individus péloriés obtenus, soit en tout environ 20 plantes. Chacun d'eux était presque absolument stérile, lorsqu'on le fécondait avec son propre pollen et le concours des insectes ne servait absolument à rien. J'ai croisé mes plantes artificiellement et j'ai fécondé plus d'un millier de fleurs. Pas une ne me donna un fruit normal, mais seulement quelques petites capsules presque rudimentaires ne contenant que peu de semences. J'en ai obtenu 119 plantes qui fleurirent, dont 106 étaient péloriées et 13 n'avaient qu'un éperon. La grande majorité, soit environ 90 %, était donc fidèles au nouveau type. On ne peut naturellement pas dire avec une certitude suffisante si les individus qui ont fait retour étaient vraiment des ataviques, ou s'ils n'étaient que des vicinistes, produits par quelques grains de pollen épars provenant d'une autre culture.

Je pourrais rappeler à ce sujet les observations relatives à l'état dimorphe, mais invisible, des fleurs de la *Linaire* normale. Des individus de même type, fécondés entre eux, sont presque stériles, sans l'être tout à fait. La récolte de graines

de mes plantes péloriées correspond assez bien à celle que j'ai obtenue dans des essais antérieurs de quelques paires d'individus presque stériles; d'où l'hypothèse que, grâce à quelque cause inconnue, tous les individus péloriés de mes expériences appartiennent peut-être au seul et même type et ne sont stériles que pour cette seule cause. S'il en est ainsi, on peut penser que tous ceux qui ont avant moi fait des recherches sur ce point et ont trouvé les mêmes résultats, n'ont possédé que l'un des deux types nécessaires pour obtenir des graines nombreuses. Cette discussion a, de plus, l'avantage de montrer le moyen qui donnerait peut-être une race pure et stable de Linaires péloriées. Deux individus de types différents sont nécessaires comme point de départ. Il ne semble pas qu'un tel couple se soit jamais produit dans un seul groupe de mutations; mais s'il était possible de combiner les produits de deux mutations obtenues dans différentes contrées ou dans des conditions différentes, il y aurait des chances pour qu'elles appartiennent aux types opposés qu'on suppose nécessaires et pour que leur croisement donne des graines fertiles.

Mes plantes péloriées sont encore en culture et si on découvrirait ailleurs une autre race péloriée, on aurait le matériel pour faire l'expérience. Les chances de réussite sont d'autant plus grandes que mes plantes péloriées portent de grosses capsules et donnent une forte récolte de graines lorsqu'on les féconde avec certaines plantes de la race normale à un seul éperon, alors qu'elles restent presque complètement stériles par la fécondation artificielle avec d'autres plantes. Je suppose qu'elles sont stériles lorsqu'on les pollinise avec la Linaire normale qui a les mêmes tendances sexuelles et fécondes avec la Linaire à tendances opposées. En tout cas, le fait qu'elles peuvent porter des graines en abondance lorsqu'on les pollinise convenablement, indique qu'on peut, par des expériences heureuses, obtenir une race héréditaire n'ayant que des fleurs péloriées. Une race de cette sorte faciliterait bien des recherches expérimentales et ne serait peut-être pas complètement dépourvue de valeur au point de vue horticole.

Revenons maintenant au fait de la fréquente découverte de

Linaires péloriées à l'état sauvage. Nous avons admis l'improbabilité de la dispersion d'une station à l'autre par graines et la vraisemblance d'une origine indépendante pour la majeure partie des stations signalées; nous sommes donc amenés à l'idée qu'il existe partout, dans toute l'espèce, une tendance latente à muter. Une autre observation, quoique négative, augmente l'importance de cette hypothèse; je fais allusion à l'absence totale de transitions entre les individus normaux et les individus péloriés. Si des individus intermédiaires précédaient les pélories complètes, ils auraient sans doute été quelquefois observés; c'est d'autant plus probable que la Linaire est une herbe vivace et que les ancêtres d'une plante mutante peuvent encore être en fleurs à côté de leur descendance aberrante. Or, on n'a pas signalé de ces intermédiaires. Les Linaires péloriées se trouvent en général au milieu des types normaux sans présenter de transitions. Cette discontinuité avait déjà frappé Hofmeister et d'autres botanistes à l'époque où la théorie de la descendance était le plus discutée; on aurait sûrement signalé ces intermédiaires comme preuves d'un changement lent et continu. Si on n'en a pas trouvé, il semble possible d'en conclure que la mutation de la Linaire a lieu d'ordinaire, sinon toujours, par variation brusque. L'expérience que j'ai faite doit donc être simplement regardée comme un cas complètement contrôlé d'un phénomène fréquent qui nous montre comment il faut supposer que naissent les mutantes péloriées.

Cette notion peut encore être élargie. Nous pouvons y renfermer tous les cas analogues présentés par les espèces voisines ou non. On trouve à peine une limite aux possibilités qui découlent de cette expérience; mais il sera bon de s'interdire les théories risquées et de ne considérer que les cas qui peuvent être regardés comme les répétitions exactes du phénomène dont notre culture est l'un des exemples les plus récemment étudiés.

Nous nous limiterons à chercher l'origine probable des pélories en général. On sait peu de choses sur ces anomalies, mais assez pour en tirer quelques preuves à l'appui de notre théorie. Il n'y a qu'un seul cas qui semble absolument analogue à celui que nous avons observé. Il se rapporte à la

race péloriée du Muflier commun de nos jardins ou *Antirrhinum majus*. On sait qu'il produit, de temps en temps, des races péloriées de la même façon que la Linaire, mais il est autofertile comme sa variété péloriée. On connaît la pélorie du Muflier depuis assez longtemps. Darwin l'a signalée et en a observé quelques cas; son origine et son mode de production ne semblent pas avoir été étudiés. D'autres faits plus récents sont mieux connus. Il s'est produit une ou deux variétés péloriées dans les cultures de M. Chr. Lorentz, à Erfurt, qui sont actuellement en vente et dont les semences sont garanties comme donnant une grande proportion d'individus péloriés. La forme péloriée apparut subitement, mais ne fut pas isolée; laissée à la libre fécondation par les insectes, elle s'est naturellement croisée avec les variétés voisines. L'existence de deux variétés colorées du type pélorié est due sans doute au croisement; l'une est d'un rouge très foncé et désignée sous le nom de variété « Black prince » et l'autre dont le tube de la corolle est blanc, rappelle la forme connue « Delila ». J'ai obtenu, l'an dernier (1903), en partant des semences de cette maison, un grand lot de plantes, en partie normales, en partie péloriées, mais évidemment d'origine hybride, qui montrait tous les passages entre les individus presque complètement péloriés et les individus normaux en apparence. J'ai récolté les semences des types isolés; mais, avant de voir les fleurs de leurs descendants, on ne peut dire si le type est constant et s'il est débarrassé du mélange dû à l'hybridation. Le Muflier pélorié a cinq éperons petits et inégaux à la base du tube allongé de la fleur; à ce point de vue, il est identique à la Linaire péloriée.

D'autres pélories sont terminales et tout à fait régulières; elles se présentent dans quelques espèces de Linaires et j'en ai observé sur le *Linaria dalmatica*. Les fleurs terminales de beaucoup de branches sont des fleurs péloriées très grosses et très belles, portant cinq éperons longs et égaux. On ne sait rien sur leur origine ni sur leur stabilité.

Une autre pélorie terminale très curieuse est encore fournie par la Digitale commune ou *Digitalis purpurea*. Comme nous l'avons vu dans une conférence précédente, c'est une variété ancienne qui fut décrite et figurée pour la première

fois par Vrolik d'Amsterdam et les échantillons authentiques de ses planches sont encore visibles dans les collections du jardin botanique de l'Université de cette ville. Depuis cette époque, elle a été propagée par graines comme variété commerciale et on peut facilement l'obtenir. Les fleurs terminales de la tige centrale et des branches sont seules modifiées; les autres fleurs sont complètement normales. Presque toujours la pélorie est accompagnée d'autres déviations, parmi lesquelles la plus frappante est une augmentation marquée du nombre des parties de la corolle et des autres verticilles de la fleur. On observe souvent aussi des pétales surnuméraires du côté extérieur de la corolle et la production d'un bouton au centre de la capsule. Ce bouton croît en général après la défloraison, il fait éclater les carpelles encore verts de la capsule non mûre et produit d'ordinaire une grappe secondaire de fleurs. Cette grappe est la répétition faible, mais exacte de la première; elle porte des fleurs symétriques sur toute sa longueur et se termine par une fleur péloriée.

Les anomalies des branches sont plus ou moins réduites selon la vigueur des rameaux et suivent la règle de la périodicité exposée dans notre conférence sur le « Trèfle à cinq folioles ». Jusqu'à sa réduction extrême, la pélorie persiste sans modifications et devient par suite d'autant plus pure que les branches sur lesquelles elle se trouve sont plus faibles. Je ne sais pas si ces fleurs péloriées ont jamais été fécondées avec leur propre pollen et si leurs graines ont été récoltées à part, mais j'ai souvent observé que la race reste pure en partant des graines des fleurs symétriques.

Je ne sais pas non plus si on a affaire à une demi-race ou à une race double qui peut être purifiée et renforcée par la sélection artificielle. La détermination du pourcentage héréditaire décrit à propos des tricotylés pourrait peut-être permettre la production d'une race plus nettement spécialisée. La variété est ancienne et très répandue, mais il faut la soumettre à un grand nombre d'expériences avant qu'on puisse dire qu'on la connaît suffisamment.

La variété péloriée la plus répandue est celle du *Gloxinia* qui porte des fleurs dressées au lieu de fleurs pendantes;

avec le changement de position, la structure s'est modifiée. Comme dans les autres pélories, la fleur a cinq étamines égales au lieu de quatre étamines inégales et la corolle a cinq segments égaux au lieu de présenter une lèvre inférieure et une lèvre supérieure. Le *Gloxinia* a toutes ses fleurs péloriées et l'anomalie se complique souvent d'une faible augmentation du nombre des parties des verticilles. Il est en vente sous le nom de *G. erecta* et présente une grande série de types de couleurs différentes. Il paraît être tout à fait stable par semis.

On a signalé beaucoup d'autres exemples de fleurs péloriées. La Capucine ou *Tropæolum majus* perd l'éperon dans quelques variétés doubles et, en même temps, la plupart des caractères qui correspondent à une structure symétrique bilatérale, ce qui semble pouvoir être regardé comme une déformation péloriée. D'autres espèces ne produisent ces anomalies que de temps à autre et on ne sait rien sur leurs tendances héréditaires. Un des cas les plus curieux est celui de la fleur terminale des grappes du Cytise commun, qui perd tous ses caractères de corolle papilionacée et présente une structure pentamère aussi régulière que celle de la Renoncule.

Quelques familles sont plus sujettes à la pélorie que d'autres. Il faut évidemment exclure tous les groupes dont les fleurs n'ont pas une symétrie bilatérale. Nous trouvons alors que les Labiées et les familles voisines, parmi les Dicotylédones, et les Orchidées, parmi les Monocotylédones, sont spécialement sujettes à cette altération. Dans ces deux groupes on peut citer beaucoup de genres et une longue liste d'espèces qui la présentent. La famille des Labiées semble essentiellement riche en pélories terminales comme, par exemple, dans la Sauge sauvage (*Salvia*) et la Fausse Ortie ou *Lamium*. Ici, les pélories ont de longues corolles tubulées et droites couronnées par un verticille de quatre ou cinq segments. Ces formes apparaissent souvent à l'état sauvage et semblent avoir une aire géographique aussi circonscrite que celle de beaucoup d'espèces élémentaires. Les Labiées péloriées se rencontrent surtout dans le sud de l'Europe et sont inconnues au moins dans quelques régions des autres con-

trées. Au contraire, la pélorie terminale de *Scrophularia nodosa* se rencontre de temps en temps en Hollande. Ces faits montrent bien une origine commune aux pélories d'une même espèce. Comme les fleurs terminales sont seules affectées par la déformation, la fécondité de la plante entière n'est évidemment pas diminuée le moins du monde.

Avant d'abandonner les Labiées, nous pouvons citer un cas curieux de pélorie, offert par la Linaire, dont la forme est tout à fait différente de celle de la variété péloriée ordinaire. Celle-ci peut être regardée, au point de vue morphologique, comme le résultat de la quintuple répétition de la partie médiane de la lèvre inférieure. Cette conception explique la présence de cinq éperons et la continuité du bord orange qui fait tout le tour du tube de la corolle. Nous pourrions facilement imaginer qu'une autre pièce quelconque de la corolle se répète cinq fois aussi et, dans ce cas, il n'y aurait plus d'éperon ni de teinte orange sur le bord supérieur de la corolle. Ces formes se présentent en réalité, mais elles semblent plus rares que les pélories à cinq éperons.

Les Orchidées renferment un grand nombre de pélories. Il existe même un Orchidée sauvage péloriée qui est systématiquement décrite, non seulement comme une espèce distincte, mais comme un nouveau genre. Elle porte le nom de *Uropedium Lindenii* et elle est si étroitement alliée au *Cypripedium caudatum* que beaucoup d'auteurs en font une variété péloriée de cette dernière espèce. La forme péloriée se trouve à l'état sauvage dans quelques stations du Mexique où les *Cypripedium* croissent aussi. Ses titres à un nom de genre distinct sont légèrement diminués par l'état quelque peu monstrueux des organes sexuels qui sont décrits comme tout à fait anormaux. Mais ici encore on ne trouve pas de transitions et cette absence montre que la forme est née par variation brusque.

Beaucoup de cas de pélorie fournissent un matériel excellent pour des recherches nouvelles sur la mutation expérimentale. La Linaire péloriée n'est que le prototype de ce qu'on peut attendre dans les autres cas. Aucune occasion ne devrait être perdue d'augmenter les preuves encore trop faibles que nous avons sur cette question.

## DIX-SEPTIÈME CONFÉRENCE

### PRODUCTION DE FLEURS DOUBLES

Les mutations sont aussi fréquentes dans les plantes cultivées que dans les plantes sauvages. On sait que les fleurs de nos jardins sont très variables; une grande partie de leur variabilité est due à l'hybridation, car la réunion de caractères séparés a pour l'horticulteur une valeur presque aussi grande que la réelle production d'une qualité nouvelle. Néanmoins, il n'est pas douteux qu'il apparaît de temps à autre des caractères nouveaux.

Dans une conférence précédente, nous avons vu que les caractères de variétés ont beaucoup de points communs; entr'autres, il faut citer leur réapparition fréquente à la fois dans la même espèce et aussi dans d'autres espèces souvent très éloignées. Cette réapparition du même caractère est un facteur important pour le choix du matériel convenable pour des recherches expérimentales sur la mutabilité.

On dit que certaines variétés apparaissent plus souvent et plus facilement que d'autres. Les variétés à fleurs blanches, quoique très communes, semblent, pour la plupart, être connues depuis longtemps et il n'y en a que très peu dont la naissance ait été signalée. Sans doute, beaucoup de ces variétés ont été trouvées à l'état sauvage et introduites dans la culture. D'autre part, les fleurs doubles sont excessivement rares à l'état sauvage; il est même difficile d'observer sur les plantes sauvages une légère tendance à la duplication, comme la pétalisation de quelques étamines. Cependant, les fleurs doubles sont fréquentes dans les jardins; il faut admettre qu'elles ont été produites dans les cultures et les pépinières en plus grande quantité peut-être que tout autre type de variété.

Au début de mes recherches expérimentales, je nourrissais l'espoir d'arriver à produire une variété blanche; mes expériences n'ont pas été couronnées de succès et je les ai abandonnées temporairement. Il semble y avoir beaucoup plus de chances d'obtenir une nouvelle variété double. Mes efforts en ce sens ont été, enfin, couronnés de succès.

C'est pourquoi je me propose d'exposer aujourd'hui la production des fleurs doubles, de chercher ce que l'on a publié sur ce sujet dans la littérature horticole et de donner la description complète de l'origine de la duplication, en prenant l'exemple que j'ai eu la bonne fortune d'observer dans mon jardin. La partie historique ne peut comprendre qu'un examen rapide de la question et je n'exposerai que les documents capables de vous donner une idée des chances de succès qu'a l'expérimentateur.

Vers la seconde moitié du xviii<sup>e</sup> siècle (1761), mon compatriote, Abraham Munting, publia un ouvrage important sur les plantes de jardins, orné de nombreuses et de belles figures et intitulé *Waare Oeffeninge der Planten* ou « Vrais Exercices sur les Plantes ». Les descriptions concernent surtout les espèces ordinaires typiques, mais les variétés de jardins y sont l'objet d'une étude spéciale; parmi celles-ci, on trouve une longue liste de plantes à fleurs doubles qu'on cultivait déjà à cette époque, telles que des variétés doubles de Pavots, d'Hépatiques (*Hepatica*), de Giroflées (*Cheiranthus*), de Violettes, de *Caltha*, de Guimauve (*Althea*), de Colchiques, de Pervenches (*Vinca*) et de beaucoup d'autres fleurs communes.

Depuis cette époque, on a obtenu d'autres variétés doubles; beaucoup ont été introduites du Japon, en particulier le Chrysanthème du Japon (*Chrysanthemum indicum*); d'autres nous viennent du Mexique, par exemple les *Zinnia* doubles. Les Dahlias simples semblent avoir été connus tout d'abord par les habitants du Mexique; ils furent introduits en Espagne vers 1789 et le premier Dahlia double a été obtenu à Louvain, en Belgique, vers 1814; les circonstances de la production n'ont pas été décrites et ont probablement échappé à l'attention des producteurs eux-mêmes; on trouve cependant, dans la description de cette forme, qu'elle fut obtenue après trois années d'efforts, ce qui indique un plan de

travail précis et la possibilité d'arriver à une conclusion pratique dans un court espace de temps.

On a un peu plus de documents sur d'autres exemples. Les Anémones des jardins (*Anemone coronaria*) ont doublé leurs fleurs, dit-on, dans la première moitié du siècle dernier chez un horticulteur anglais, Williamson, qui observa dans sa planche un fleur pourvue d'une seule étamine élargie; les graines de la fleur furent récoltées à part et lui donnèrent à la génération suivante de belles fleurs doubles. Plus tard, il les laissa se croiser par l'intermédiaire des abeilles avec un certain nombre de variétés colorées et obtint ainsi de nombreux types nouveaux d'Anémones doubles.

On sait que le premier Pétunia double a pris naissance d'une façon brusque et accidentelle dans un semis de Pétunia ordinaire fait dans un jardin privé de Lyon vers 1855. Cette seule plante a donné toutes les races et variétés doubles actuellement connues par des croisements naturels et artificiels. Carrière, qui signale ce fait, ajoute qu'à la même époque d'autres espèces produisirent rapidement de nouvelles variétés à fleurs doubles. Les Fuchsias doubles apparurent vers la même date (1854); dix ans plus tard, la série de variétés doubles de cette plante était si grande que Carrière trouvait qu'il était impossible de les énumérer toutes.

Les Œillets doubles semblent relativement anciens; les Bleuets et les Campanules doubles sont, au contraire, d'une époque plus récente. On pourrait facilement dresser une longue liste montrant que, pendant toute l'histoire de l'horticulture, on a vu naître de temps en temps des variétés doubles. Autant que nous pouvons en juger, ces apparitions ont été isolées et soudaines; parfois, elles ont pris subitement naissance et ont déployé aussitôt toute leur beauté; mais, le plus souvent, elles n'ont eu au début que quelques pétales surnuméraires épars. Chaque fois qu'on a utilisé des sports de ce genre, il a suffi d'un petit nombre d'années pour obtenir le développement complet du nouvel attribut.

Nous sommes forcés de conclure, après cet examen superficiel des faits historiques, que la chance de produire une nouvelle variété à fleurs doubles est suffisante pour en jus-

tifier l'essai. On a souvent réussi dans la pratique, pourquoi ne réussirait-on pas dans des recherches purement scientifiques? En tout cas, cette catégorie de variété se recommande à l'étudiant, à la fois par sa fréquence, et aussi parce que, si le début du progrès est presque insignifiant, on a la possibilité de passer rapidement de l'existence d'un seul pétale surnuméraire au plus haut degré de la duplication.

Comparées aux difficultés ennuyeuses qu'ont entraînées la production de la Linaira péloriée, les tentatives de l'obtention d'une plante à fleurs doubles procurent un plaisir très sensible. La Linaira péloriée n'est pas nouvelle, l'expérience n'est que la répétition de ce qui a, sans doute, eu lieu souvent dans la même espèce. Dans les essais de production d'une variété double, nous devons naturellement faire choix d'une espèce qui n'a pas encore produit des fleurs doubles, à notre connaissance. En cas de réussite, nous aurons créé quelque chose de nouveau. Il n'importe pas du reste de savoir si la nouvelle variété présentera un intérêt horticole ou non. Il semble préférable de choisir une espèce sauvage ou peu cultivée pour être tout à fait certain que la variété que l'on cherche n'existe pas déjà. Enfin, les chances de succès augmentent si l'on choisit une espèce dont les proches parents ont déjà produit des fleurs doubles.

Pour ces raisons et d'autres encore, j'ai choisi pour mes expériences le Chrysanthème des moissons, ou *Chrysanthemum segetum*, qu'on appelle aussi la fleur d'or des blés. Il croît dans les champs de blé et de seigle de l'Europe centrale en compagnie des Bleuets ou fleurs bleues des blés. Il est parfois cultivé et ses graines sont vendues par beaucoup de grainetiers. Il en existe une variété cultivée, appelée *grandiflorum*, qui est appréciée pour l'éclat et la longue production de ses fleurs jaunes. Cette variété a des capitules plus larges, entourés d'une couronne pleine de fleurons ligulés. Beaucoup d'espèces du même genre sont cultivées dans les jardins et ont produit des variétés à fleurs doubles; telles sont les Chrysanthèmes du Japon et aussi les *C. carinatum* et *C. imbricatum*. Dans leur parenté immédiate, on trouve tout une série de plantes horticoles à capitules doubles parmi lesquelles nous citerons les Camomilles doubles.

Mon attention fut tout d'abord portée sur la structure des capitules et en particulier sur le nombre des fleurons radiés du Chrysanthème des blés. L'espèce appartient au groupe des Composées qui ont un disque couvert de petites fleurs tubulées entourées par une large couronne de ligules ou rayons dont les nombres ne sont pas quelconques, mais sont reliés les uns aux autres par une formule connue sous le nom de « série de Braun et de Schimper ». Dans cette formule qui commence par 1 et 2, chaque chiffre est égal à la somme des deux chiffres précédents. Ainsi, les chiffres 5, 8, 13 sont très fréquents, le chiffre suivant 21 est le plus souvent trouvé sur les Composées complètement doubles en apparence, telles que les Pâquerettes, les Camomilles, l'*Arnica montana* et beaucoup d'autres espèces sauvages et cultivées.

Les nombres trouvés ne sont pas exactement ceux de la formule. Ces derniers ne sont que des moyennes autour desquelles oscillent les nombres véritables; ils peuvent même déborder les extrêmes, puisque la fluctuation autour du chiffre 13 va parfois au-dessous de 8 et au delà de 21, etc... Mais ces cas extrêmes sont rares et n'apparaissent que sur des individus dont les autres fleurs présentent des degrés de variation moins élevés.

La moyenne du Chrysanthème des blés est 13, celle du *grandiflorum*, 21. L'espèce sauvage est pure à ce point de vue, mais la variété horticole ne l'est pas. Les semences qu'on trouve dans le commerce renferment un mélange des deux formes et de leurs hybrides, car j'ai pu isoler les types purs de ce mélange et m'assurer de leur constance et de leur indépendance relative. A cet effet, j'ai séparé dans le mélange, d'abord les types à 13 ligules, puis les types à 21 ligules. Comme les Chrysanthèmes ne sont pas suffisamment autofertiles et qu'il n'est pas facile de les féconder artificiellement, il semblait impossible de continuer ces deux expériences simultanément et dans le même jardin. J'ai consacré les trois premières années à la culture de la forme ayant peu de ligules; j'ai isolé quelques individus à 12-13 rayons du mélange de 1892 et j'ai compté les ligules du capitule terminal de chaque plante dans les générations suivantes. J'ai cultivé et

soumis à ce contrôle plus de 150 individus et j'ai trouvé une moyenne de 13 exactement, avec relativement peu d'individus à 14 ou seulement à 12 fleurons ligulés; les autres individus étaient groupés symétriquement autour de cette moyenne. J'ai continué l'expérience pendant une année encore et j'ai obtenu les mêmes séries de chiffres. Satisfait de la pureté de la lignée isolée, j'ai semé l'année suivante un nouveau mélange pour isoler le type *grandiflorum* qu'on disait pur d'ailleurs. Dès le début de la période de floraison, j'ai rejeté impitoyablement toutes les plantes montrant moins de 21 ligules dans le capitule terminal qui apparaît le premier; mais cette sélection ne pouvait être considérée comme complète, puisque la race à 13 ligules peut sortir éventuellement de ses limites et avoir 21 ligules ou plus. C'est ce qui rendit nécessaire une seconde sélection. J'ai examiné tous les capitules secondaires des plantes sélectionnées et compté leurs ligules. Quelques individus donnant une moyenne de 13 environ furent détruits, les autres qui donnaient des chiffres douteux furent aussi éliminés, 6 plantes seulement sur un lot de près de 300 atteignirent la moyenne de 21 pour l'ensemble de leurs fleurs.

L'été de la Hollande est court si on le compare à la longue et belle durée du soleil en Californie et je n'ai pu, vu le tard de la saison, couper les fleurs fanées ou épanouies et attendre la venue de nouvelles fleurs qui auraient pu être purement fécondées après la destruction de toutes les plantes ayant moins de valeur. J'ai donc dû récolter les graines des fleurs qui ont pu être partiellement fécondées avec du pollen des mauvaises plantes; ceci toutefois n'entraîne pas des inconvénients aussi graves qu'on pourrait le supposer à première vue pour les expériences de sélection. La sélection de l'année suivante doit en effet éliminer sûrement la descendance des parents impurs.

Il était de beaucoup plus important d'appliquer le principe du pourcentage héréditaire, déjà discuté dans notre conférence sur la sélection des monstruosité, aux six plantes sélectionnées en 1895; à cette fin, j'ai semé à part les graines de chacune d'elles, j'ai compté les ligules des capitules terminaux de ces nouvelles lignées, j'ai tracé les courbes et fait les

moyennes pour chacun des six groupes. Cinq lignées montrèrent qu'elles étaient encore des mélanges et furent totalement rejetées. La descendance de la sixième plante forma toutefois un groupe uniforme dont tous les individus fluctuaient autour de la moyenne cherchée 21. En tout, j'ai fait le dénombrement quelque peu pénible des ligules présentées par les capitules de plus de 1.500 plantes et cela non pas au laboratoire, mais dans le jardin, sans les couper. Autrement, il eût été évidemment impossible de reconnaître les meilleures plantes à conserver. Je n'ai choisi que deux plantes qui se recommandaient en outre par les nombres moyens des ligules de leurs capitules secondaires ; j'ai semé à part leurs graines l'année suivante et comparé les groupes de chiffres fournis par leurs descendants. Tous deux avaient comme moyenne 21 et les autres chiffres étaient distribués très symétriquement autour de cette moyenne. Ce résultat montrait que toute sélection ultérieure était inutile et que j'avais réussi à purifier la variété *grandiflorum*.

C'est de cette variété *grandiflorum* que j'ai obtenu finalement ma variété double. En 1896, parmi les 1.500 plantes citées ci-dessus, j'en ai sélectionné 500 dont les capitules terminaux portaient 21 rayons ou plus ; j'ai compté les ligules de tous les capitules secondaires de ces plantes vers le milieu d'août (1896) et j'ai trouvé, en général, des chiffres plus faibles. Sur plusieurs milliers de capitules, deux seulement avaient 22 ligules ; tous les autres avaient le nombre moyen 21 ou moins encore. J'ai isolé l'individu portant les deux capitules que j'ai laissés féconder par l'intermédiaire des insectes avec le pollen de quelques-unes des meilleures plantes du même groupe, mais j'ai détruit les autres.

Cette seule plante exceptionnelle fut le point de départ de ma variété double ; elle n'était pas remarquable par son capitule terminal qui ne montrait que le nombre moyen 21 de la race et ne se distinguait pas non plus par le nombre moyen des ligules de l'ensemble de ses capitules. Cette plante ne fut sélectionnée que par ce qu'elle portait quelques capitules dont le nombre des ligules était plus élevé que tous les autres. Cet indice était très faible et ne pouvait être découvert sans le dénombrement des ligules de milliers

de capitules, mais la rareté de l'anomalie était exactement ce qu'on cherchait et la même déviation n'aurait eu aucune valeur si elle était apparue dans un groupe de fluctuations symétriques autour du chiffre moyen. D'autre part, l'anomalie observée n'était qu'une indication, mais non une garantie de succès.

Il faut remarquer ici que cette anomalie ne consistait pas en l'apparition du caractère de duplicature, même aussi léger que possible; elle ne pouvait que servir de guide pour un travail ultérieur. Le véritable caractère des capitules doubles des Composées consiste en la production de ligules dans le disque et l'augmentation légère du nombre des ligules de la couronne ne peut avoir d'importance à ce point de vue. L'examen superficiel des capitules doubles peut faire croire que toutes les ligules sont disposées autour d'un petit bouquet central de fleurons tubulés, restes du disque initial; mais une étude plus complète révélera toujours la fausseté de cette conclusion. On trouve, cachés parmi les ligules internes et recouverts par elles, des fleurons petits, tubulés et fertiles, dispersés sur toute la surface du disque. On ne peut les voir facilement, mais lorsque les ligules surnuméraires sont enlevées, le disque apparaît couvert de nombreux petits fleurons tubulés dispersés entre les vides laissés par les ligules; ces vides sont rares, ce qui montre qu'il n'y a qu'un nombre relativement faible de fleurons tubulés qui se sont transformés en fleurons ligulés. Cette métamorphose est évidemment le véritable caractère de la duplicature et, avant qu'on en ait trouvé des traces, on ne peut affirmer que les cultures pédigrées ont donné des résultats probants.

Il fallut trois années de plus avant que je pusse découvrir cette trace de métamorphose initiale, mais décisive. Pendant ce temps, j'assujettis ma famille à la même sélection précise déjà décrite. Les plantes choisies comme origine de la race fleurirent en 1896 et, l'année suivante, je semai leurs semences seules; dans cette génération, je pris une seule plante offrant le plus grand nombre de ligules dans son capitule terminal; je fis de même l'année suivante.

Le résultat fut que le nombre moyen des ligules augmenta rapidement et, avec lui, le maximum absolu de toute la

famille. La moyenne passa de 21 à 34. Des couronnes de plus en plus belles de rayons jaunes améliorèrent ma race jusqu'à ce qu'il fût difficile et très absorbant de compter toutes les grandes ligules du pourtour des capitules. Les nombres les plus élevés observés dans les générations successives augmentèrent par suite de 21 à 34 dans la première année, puis à 48 et à 66 dans les deux étés suivants. Chaque année, je pus conserver assez de semence de la meilleure plante pour l'utiliser seule pour l'amélioration de ma race. Avant que les plantes sélectionnées eussent ouvert les fleurs dont les semences devaient être récoltées, presque tout le reste de la culture était détruit, à l'exception de quelques-uns des meilleurs échantillons devant fournir le matériel nécessaire pour la fécondation croisée par les insectes. Chaque nouvelle génération fut donc aussi nettement sélectionnée que possible en ce qui concerne les deux parents.

Tous les capitules furent naturellement examinés avec soin. On ne découvrit pas le moindre indice d'une réelle duplication, même durant l'été de 1899, dans la quatrième génération de ma race sélectionnée. Le nouveau caractère fit tout à coup son apparition sur les meilleures plantes; c'était au début de septembre 1899 et par conséquent trop tard pour obtenir des semences mûres avant l'hiver. L'examen des jeunes capitules m'en fit découvrir trois sur une plante présentant un petit nombre de ligules au milieu du disque. Tel fut le résultat des efforts de quatre années. Le germe de la mutation resta-t-il caché pendant tout ce temps? Était-il présent, quoique dormant, dans l'échantillon de semences de point de départ? Est-ce qu'une création entièrement nouvelle a pris place durant mes efforts continus? Cette création résultait peut-être plus ou moins immédiatement de ces efforts? Il est évidemment impossible de répondre à ces questions avant que des expériences nouvelles et analogues aient été faites; elles nous montreront des détails nouveaux qui nous permettront peut-être de conclure avec plus de précision.

Le fait que la naissance de formes analogues est accessible à l'expérience directe est prouvé indépendamment de toute autre considération. La nouvelle variété naît subitement. Le saut peut avoir été fait par l'ancêtre de 1895 ou par

la plante de 1899 qui montra les premières ligules centrales; le « sport » peut aussi avoir été préparé lentement pendant ces quatre années. Dans tous les cas, il y a eu une variation brusque, contrairement à l'opinion qui veut qu'une très longue succession d'années soit nécessaire pour le développement de chaque caractère nouveau.

Après la découverte de cette première trace de duplication, il fallait s'attendre à ce que la nouvelle variété fût immédiatement aussi pure et aussi riche que toute autre Composée double connue. Certains effets du croisement avec les autres individus conservés pour la graine pouvaient encore troubler cette uniformité durant l'année suivante, mais le travail d'une autre année éliminerait même cette source d'impuretés.

Ces deux années ont donné le résultat attendu. Le nombre moyen des rayons, qui avait déjà passé de 13 à 34, atteignit de suite 47 et 55; ce dernier chiffre est la somme de 21 et 34 et par conséquent la dernière limite qu'on pouvait atteindre avant la duplication absolue. Les nombres maxima s'élevèrent à 100, en 1900, et même à 200, en 1901. Les capitules qui les présentent sont aussi complètement doubles que les capitules les plus remarquables des plus belles variétés doubles de Composées. Les plus jolis échantillons de Camomille blanche (*Chrysanthemum inodorum*) et de Souci (*Calendula officinalis*) sont loin d'être aussi purs, puisqu'ils possèdent toujours de nombreux petits fleurons tubulés entre les ligules du disque.

On ne trouva pas de véritable ataviste, c'est-à-dire d'individu ayant fait retour après la première purification de la race. J'ai continué mes cultures et obtenu, l'été dernier (1903), des capitules aussi nombreux et aussi complètement doubles que dans les années précédentes. La race est devenue aussitôt permanente et stable. Elle montre évidemment un fort degré de variation fluctuante; mais la limite inférieure s'abaisse environ à 34 ligules, chiffre que n'a jamais atteint le *grandiflorum* initial dont ma nouvelle variété est ainsi nettement séparée.

Malheureusement les plus jolies fleurs, et même les meilleurs individus de ma race, sont complètement stériles. La sélection a atteint sa limite pratique; il faut récolter les

graines sur les capitules les moins fournis, et on ne connaît aucun moyen de tourner la difficulté. Les fleurons ligulés sont stériles même dans l'espèce sauvage et, lorsqu'ils sont quelque peu nombreux sur le disque, ils cachent les fleurs fertiles aux insectes qui ne les visitent pas et par suite empêchent la fécondation. C'est aussi le cas des meilleures formes cultivées dont les échantillons remarquables sont stériles et incapables de reproduire la race. Il est donc absolument nécessaire de toujours continuer la culture à l'aide des individus dont les déviations de la moyenne sont les plus faibles; mais, dans beaucoup de cas, les variétés sont tellement différenciées que la sélection devient tout à fait inutile pour un but pratique.

J'ai déjà discuté cette question de savoir à quel moment précis a dû se faire la métamorphose de la variété *grandiflorum* en la forme nouvelle *plenum*. A ce point de vue, il faut insister un peu sur le fait que l'amélioration par la sélection a été graduelle et continue, quoique très rapide dès le début; mais l'apparition du premier fleuron ligulé dans le disque a modifié brusquement cette continuité. Tous les rejetons de cette plante initiale mutante montrèrent sans exception le nouveau caractère, c'est-à-dire des fleurons ligulés sur le disque. Il n'y en avait point sur tous les capitules, ni même sur la majorité des capitules de quelques individus, mais quelques capitules de tous les descendants prouvaient nettement la possession du nouveau caractère. Le nouveau caractère était présent sur tous les représentants de la race nouvelle et n'avait jamais été vu sur aucun de leurs parents et grands-parents. Il y a donc eu évidemment un saut brusque, au moins dans la forme extérieure de la plante. Il me semble que l'hypothèse la plus simple consiste à admettre que ce saut visible correspond exactement au changement interne qui a entraîné l'hérédité complète de la nouvelle particularité.

Il est très intéressant de remarquer combien mon expérience s'accorde complètement avec les résultats des observations des horticulteurs. Sans doute, il est difficile d'établir une comparaison et les circonstances ne permettent pas de faire une étude précise. Dans la pratique, l'isole-

ment et la sélection ne sont appliqués, en général, qu'autant qu'ils s'accordent avec les nécessités de la culture et, naturellement, on ne fait jamais une détermination précise du pourcentage héréditaire. Cette négligence entraîne une longue perte de temps et il faut un grand nombre de générations pour obtenir les changements désirés. On a vu que malgré cela les variétés à fleurs doubles se produisent soudainement; elles peuvent apparaître d'une manière inattendue ou après quelques années d'efforts. On n'a pas encore découvert si cette apparence soudaine est le résultat d'une seule variation interne ou de la succession rapide de changements de moindre importance. La grande variabilité des fleurs doubles et le fait qu'elles apparaissent sans autres caractères plus marqués que la pétalodie d'un petit nombre d'étamines peuvent souvent avoir eu pour résultat de cacher l'époque précise de leur naissance et de n'attirer l'attention que dans les générations suivantes. Le plus souvent, on ne sait si le travail de l'horticulteur qui isole une nouvelle variété double a commencé avant ou après l'apparition d'une indication préliminaire; dans le premier cas, il correspondrait à notre sélection d'un grand nombre de fleurons ligulés externes; dans le second, à la purification ordinaire des nouvelles races dans un mélange hybride.

Dans les expériences scientifiques de sélection, ces croisements sont naturellement évités et le processus de la purification est inutile comme dans la culture du *Chrysanthemum*. La première génération, qui succédait à la plante présentant pour la première fois des ligules sur le disque, était à ce point de vue absolument uniforme et fidèle au nouveau type. Dans la pratique, le travail ne commence pas sur des indices aussi faibles; il n'a d'autre objet que de produire des fleurs doubles dans une espèce où elles n'existaient pas encore jusque là. Il serait donc de la plus haute importance de connaître les méthodes employées et les chances de succès; malheureusement, les documents que nous possédons sur ces deux points sont très rares.

Lindley et d'autres auteurs s'occupant de théorie et de pratique horticoles, affirment qu'une grande quantité de nourriture tend à produire des fleurs doubles, tandis que la

culture dans les conditions normales, même si les plantes sont très vigoureuses et saines, ne produit pas cet effet. Mais dans ce cas aussi, on ne sait si cette règle s'applique à la période qui précède ou à celle qui suit la mutation interne. D'autre part, il ne faut nullement s'attendre à réussir avec cette méthode, ni croire que le travail est facile. Les exemples de fleurs doubles qu'on dit obtenir à volonté sont trop rares, surtout si on les compare à ceux pour lesquels on a trouvé accidentellement le premier indice de la duplication.

Laissons tous ces points douteux qui devront être éclaircis par des recherches scientifiques ultérieures et discutons maintenant le haut degré de variabilité des fleurs doubles. On peut le faire à trois points de vue différents et étudier les écarts de part et d'autre du type moyen, la dépendance des conditions externes, et enfin, la périodicité de la variation. Il semble préférable de traiter d'abord les deux derniers points.

En visitant une pépinière à Erfurt, j'ai vu un jour une expérience faite avec une nouvelle variété double du Bleuet des blés dont les caractères dépendaient à un haut degré du temps. Le temps humide augmentait le nombre des capitules peu fournis, tandis que les jours chauds et ensoleillés donnaient beaucoup de belles fleurs doubles. Les capitules portés par les branches vigoureuses ont une tendance plus accusée à devenir doubles que ceux des branches faibles; à l'automne, lorsque les premiers sont fanés et qu'il ne reste plus qu'une faible proportion de capitules en fleurs, l'aspect de la variété, prise dans son ensemble, perd graduellement de sa beauté. La même loi de dépendance des conditions externes ou loi de périodicité prévaut partout; j'ai pu le constater souvent dans mes propres cultures de Chrysanthèmes des moissons améliorés. Le nombre des ligules peut être regardé comme une réaction directe à la variation de nutrition, que la variation soit produite par les circonstances extérieures ou qu'elle dépende de la force particulière de la branche qui porte le capitule en question. C'est exactement le même cas que pour les carpelles surnuméraires du Pavot pistilloïde et les conclusions auxquelles on est arrivé pour cette dernière variété s'appliquent exactement aux fleurs doubles.

Cette dépendance de la nourriture a une haute importance

pratique en ce qui concerne la stérilité des fleurs qui est la conséquence habituelle de la duplication. En règle générale, les fleurs les plus modifiées ne produisent pas de graines. A l'apogée de la période de floraison, les circonstances externes sont les plus favorables et les branches fleuries correspondent aussi aux axes les plus vigoureux des plantes. Nous pouvons donc en déduire que la stérilité est surtout accusée à cette période. On sait que beaucoup de variétés ne donnent des graines qu'à la dernière floraison comme certains *Bégonias* doubles, par exemple; il en est d'autres qui ne portent des semences que sur leurs branches latérales faibles, comme la *Camomille* double, ou ne deviennent fertiles que vers l'automne, comme la variété de *Bleuets* doubles d'Erfurt signalée plus haut. Autant que je suis capable de l'assurer, ces graines conviennent parfaitement à la reproduction et à la perpétuation de la variété double, mais je ne puis dire s'il existe des différences entre les graines des fleurs plus ou moins doubles de la même plante. Il est très probable, au point de vue théorique, qu'il en existe, mais elles sont peut-être si faibles qu'elles n'ont presque aucun intérêt.

Au point de vue de leur grande variabilité, les variétés doubles peuvent être regardées comme appartenant au groupe des formes instables. D'une part, elles fluctuent, dans le même sens que les fleurs pétaloïdes des *Giroflées* doubles et d'autres plantes que nous avons étudiées antérieurement. Ici, il ne reste aucune trace des organes reproducteurs; mais ce cas extrême n'est presque jamais atteint par les fleurs doubles pétaloïdes; il reste toujours une lacune, souvent négligée, qui distingue nettement les deux types. D'autre part, l'altération des étamines diminue graduellement jusqu'aux fleurs simples normales; sur ce point l'analogie avec le *Pavot* pistilloïde et le *Trèfle* à cinq folioles est évidente.

Cette conception de la nature intime des fleurs doubles explique qu'on voit rarement le caractère de variété complètement développé sur un grand nombre d'individus, lorsqu'on ne les a pas déjà sélectionnés en vue de ce caractère. Le *Tagetes africana* donne parfois des échantillons à duplication faible et on vend certains *Ceillets* d'Inde doubles en indiquant que les graines ne donnent que 80% de plantes à

fleurs doubles. Pour le *Chrysanthemum coronarium* et le Bleuet, les chiffres indiqués ne sont souvent qu'environ 50 %. Sans doute cette restriction est due en partie aux impuretés causées par le vicinisme, mais il est très peu probable que l'effet de ces impuretés puisse être aussi considérable.

On peut interpréter de la même façon quelques cas de retour partiel. Les Anémones de jardin (*Anemone coronaria*) ont une variété appelée « Fiancée » à cause de ses fleurs d'un blanc pur. On met en vente la forme simple et la forme double et on sait que toutes deux passent brusquement de l'une à l'autre, quoiqu'elles soient multipliées par voie végétative. Ces cas sont très fréquents. Ces sports doivent naturellement être regardés comme partiels et la même tige peut porter à la fois les deux sortes de fleurs ; il arrive souvent aussi que la même fleur est en partie double et en partie simple. M. Krelage, de Haarlem, a eu l'amabilité de m'envoyer une de ces fleurs curieuses dont une moitié était double, alors que l'autre moitié était complètement simple et portait des étamines normales et fertiles en nombre ordinaire. La même duplication partielle se présente parfois dans les Composées et je possède dans ma collection, provenant de la même pépinière, un capitule de *Pyrethrum roseum* dont une moitié du disque porte des corolles allongées et tubulées et l'autre moitié, les petits fleurons du disque de l'espèce typique.

C'est une opinion courante que les variétés sont améliorées par la culture continue. Je n'ai jamais pu me rendre compte des données sur lesquelles cette opinion repose. On peut l'attribuer, soit à la pureté de la race, soit au développement complet du caractère de variété. Dans le premier cas, il s'agit de mélange dû à l'hybridation dont beaucoup de jeunes variétés doivent être purifiées avant d'être mises sur le marché, mais nous avons déjà vu dans une conférence antérieure qu'il suffit de trois ou quatre ans pour porter et conserver ensuite le degré de pureté au point le plus approprié à un but pratique. La question du développement complet du caractère de variété ne se pose que pour les variétés instables puisque, dans les fleurs blanches et les

autres variétés constantes, l'amélioration est très faible et très peu importante. Il en résulte que les fleurs doubles paraissent fournir un très bon exemple pour la discussion de cette opinion.

On peut la faire de deux façons, soit en considérant les variétés doubles les plus anciennes, soit en étudiant les variétés doubles tout à fait récentes. Les plus anciennes sont-elles actuellement meilleures qu'au début? Ont-elles été réellement améliorées graduellement pendant les siècles de leur existence? On ne peut évidemment répondre à ces questions que par la comparaison des documents donnés par les vieux auteurs sur les variétés encore cultivées aujourd'hui. Les dessins et les descriptions de Münting ont maintenant près de deux siècles et demi; or, je n'ai pu trouver aucune différence réelle entre ses variétés doubles et leurs représentants actuels. La même constatation se fait dans d'autres cas où des améliorations par le croisement ou par l'introduction de nouvelles formes ne vicent pas les preuves. Les variétés doubles, en général, sont exactement analogues aujourd'hui à ce qu'elles étaient à l'époque de leur première introduction dans la culture. S'il en était autrement on pourrait s'attendre à ce que les variétés doubles récentes ne montrent en général que de faibles degrés de l'anomalie et exigent des siècles de culture avant d'atteindre leur développement complet. On n'a rien signalé de ce genre. Au contraire, on dit que les sortes doubles les plus récentes égalent non seulement celles qui les ont précédées mais sont encore meilleures. Ces prétentions sont sans doute exagérées, mais peu. Les résultats de mes propres expériences le prouvent de la façon la plus simple.

Dans la production du Chrysanthème des blés à fleurs doubles nous avons, au début de la première génération, une variété pure, non hybride, qui montre le nouveau caractère dans son complet développement; elle a des capitules presque aussi complètement doubles que les meilleures variétés doubles de Composées cultivées. Dès la seconde génération, elle fournit des capitules qui ont chacun 200 ligules et il sera rarement possible de voir des nombres

beaucoup plus élevés de ligules sur des capitules de même taille d'espèces plus anciennes. J'ai comparé ma nouveauté avec les Camomilles doubles les plus jolies et d'autres espèces sans pouvoir découvrir aucune différence. L'amélioration de la variété obtenue dans mes propres expériences paraît impossible parce qu'on se heurte au même obstacle qui s'oppose à l'amélioration des espèces cultivées plus anciennes, à savoir, l'augmentation de stérilité de la race. Il est absolument évident que ce Chrysanthème des blés à fleurs doubles est maintenant complètement fixé. Les fluctuations continues autour d'une moyenne définie persisteront pendant des siècles, mais la moyenne et les limites resteront toujours identiques comme dans le cas des variétés instables.

Dans toute cette conférence, j'ai parlé des fleurs doubles et des capitules doubles des Composées, comme si elles ne formaient qu'un seul et même groupe. Elles sont aussi intimement liées au point de vue de l'hérédité qu'elles diffèrent à d'autres points de vue. Il est superflu de s'arrêter longtemps sur les différences qui existent entre les capitules et les fleurs, mais il n'est pas mauvais de montrer que le terme « fleurs doubles » indique un assemblage bigarré de phénomènes différents. La Pâquerette à capitules prolifères et la variété correspondante du Cinéraire des jardins (*Cineraria cruenta*) sont les extrêmes d'une série. Le type à capitules prolifères se présente aussi dans d'autres familles et on sait qu'il produit les anomalies les plus curieuses, comme dans la Scabieuse dont les capitules surnuméraires peuvent être portés par de longs pédoncules et se ramifier à leur tour de la même façon.

La pétalodie des étamines est regardée comme le type ordinaire de la duplication; elle est souvent accompagnée de la multiplication des organes, soit d'étamines modifiées, soit de pétales. Cette multiplication peut consister en des découpures médianes ou latérales et, dans les deux cas, le processus peut se répéter une ou plusieurs fois. Il est complètement inutile de donner ici plus de détails; on peut les trouver dans tout ouvrage qui traite de la morphologie des fleurs doubles. Au point de vue expérimental, toutes les

variétés doubles doivent être considérées comme appartenant à un même groupe qui suit les règles données antérieurement pour les variétés instables. Elles sont très variables, bien qu'absolument stables. Leur stabilité s'accorde parfaitement avec l'hypothèse de leur origine brusque.

---

## DIX-HUITIÈME CONFÉRENCE

### LES NOUVELLES ESPÈCES D'ŒNOTHÈRES

Dans nos expériences sur l'origine des variétés péloriées et à fleurs doubles, nous fûmes guidés dans le choix du matériel par la revision des faits connus ; nous avons choisi les variations qui donnent le plus souvent naissance à des formes nouvelles, soit à l'état sauvage, soit dans la culture. Dans les deux cas, la nouveauté obtenue était une variété au sens ordinaire du mot. Notre culture pédigrée a eu surtout pour objet de démontrer expérimentalement la validité des conclusions qui avaient été antérieurement déduites des observations faites sur la naissance accidentelle de nouvelles formes.

Ces faits, et même ces expériences généalogiques, nous permettent à peine de tirer des conclusions concernant l'origine des espèces véritables. Pour arriver à connaître le mode d'origine des espèces, il est évidemment nécessaire d'avoir recours à l'observation directe. La question est de la plus haute importance à la fois pour la théorie de la descendance et pour nos conceptions sur la nature réelle des affinités systématiques en général. Beaucoup d'auteurs ont essayé en vain de la résoudre par des études comparées et des spéculations sur les relations biologiques des plantes et des animaux ; la contradiction et le doute sont encore absolus. Notre seul espoir repose maintenant sur le résultat des expériences.

Malheureusement, les expériences de ce genre semblaient absolument impossibles il y a quelques années. Qu'est-ce qui doit nous guider dans le choix du matériel ? On ne peut résoudre le problème que par l'étude des espèces élémentaires ; car il est évident que les espèces systématiques,

qui ne sont que des groupements d'unités d'ordre inférieur, ne peuvent jamais devenir le sujet de recherches expérimentales susceptibles de succès.

Dans les conférences précédentes, nous avons essayé de montrer les différences existant entre les espèces élémentaires affines. Nous avons vu qu'elles affectent tous les attributs des plantes et qu'elles modifient dans une certaine mesure tous les organes. Néanmoins, elles correspondent à des unités distinctes de l'ordre le plus inférieur. On peut donc espérer que les étapes simples qui donnent ces unités élémentaires pourront être mises en évidence de temps à autre par des moyens artificiels. D'autre part, les mutations apparaissent généralement par groupes.

On a reconnu, après un examen approfondi, que beaucoup d'espèces systématiques ne sont en réalité que des assemblages composés; les Roses et les Ronces, les Epervières et les Saules sont les meilleurs exemples connus. Les Violettes et les *Draba verna*, les Pissenlits, les Hélianthèmes et beaucoup d'autres plantes ont été étudiés dans les conférences précédentes; le Blé, l'Orge et le Maïs donnent aussi des exemples de réunion, dans un même groupe, de nombreuses espèces élémentaires. Autrefois en mélange dans les champs, elles furent séparées au siècle dernier et constituent actuellement des races constantes, que l'on désigne pour être plus bref sous le nom de variétés.

Dans ces groupes de formes affines, les divers éléments ont sans doute une origine commune. Il n'est pas nécessaire qu'elles aient pris toutes naissance à la même place et à la même époque. Dans le cas du *Draba verna* par exemple, la distribution géographique actuelle montre qu'il existe une station d'origine commune à partir de laquelle les diverses formes doivent avoir, vers la même époque, rayonné dans toutes les directions. Les Violettes, d'autre part, semblent renfermer des formes primitives très répandues qui ont donné des subdivisions à diverses époques et dans des localités différentes.

L'origine de ces groupes de formes affines doit par conséquent être l'objet de nos recherches. Nous pourrions peut-être trouver un groupe entier, peut-être seulement une

partie de groupe en mutation. A mon avis, nous sommes en droit de prétendre que, si les *Draba*, les Violettes et d'autres plantes ont muté autrefois dans ces conditions, d'autres espèces doivent, à l'heure actuelle, être dans le même état d'instabilité. Si les mutations par groupes ou les mutations périodiques sont la règle, on peut supposer que ces périodes réapparaissent de temps en temps et que beaucoup d'espèces doivent, même aujourd'hui, être dans l'état de mutation, tandis que d'autres n'y sont point.

On admet facilement que l'état stable de l'espèce est l'état normal et que les périodes de mutation sont l'exception. Ce fait ne tend pas à augmenter notre espoir de découvrir une espèce dans l'état de mutation. Beaucoup d'espèces devront être mises à l'épreuve avant qu'on en trouve un cas ; d'autre part, l'essai direct semble le seul moyen d'atteindre le but. Il n'y a point ici d'indications spéciales comme celles qui nous ont conduit à choisir les pélories et les fleurs doubles. Le seul indice sérieux est la présomption que l'état de mutation doit être combiné à un état général de grande variabilité au sens large du mot et que, par conséquent, les groupes de plantes à caractères uniformes ne sont pas sur le point de muter. Au contraire, les anomalies et les dérivations qui affectent les individus d'une lignée, ou qui sont trouvées réunies dans une station d'une espèce, peuvent être considérées comme des indices de l'état de mutation.

Peu de plantes varient assez à l'état sauvage pour fournir des indications précises. Il faut les essayer toutes dans le jardin et dans des conditions aussi semblables que possible à celles de leurs habitats naturels. Les plantes cultivées doivent être exclues ; elles ont déjà subi en partie l'épreuve en question et on ne peut s'attendre à les voir changer leurs habitudes assez vite ; de plus, elles ont souvent une origine hybride. La meilleure méthode consiste à expérimenter avec les plantes indigènes de sa propre contrée.

J'ai fait ces expériences avec quelques centaines d'espèces qui croissent à l'état sauvage en Hollande. Certaines sont très variables comme, par exemple, le Radis sauvage (*Raphanus Raphanistrum*) et le Plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*). D'autres semblent plus uniformes ; mais beaucoup

d'espèces, récoltées sans aucune déformation visible, en ont produit plus tard dans mon jardin, soit sur les plantes introduites elles-mêmes, soit dans leur descendance. De ce matériel initial, j'ai obtenu une longue série de races héréditaires, chacune d'elles ayant quelque anomalie particulière pour caractère spécial; mais ce résultat n'eut qu'une importance secondaire, ce fut une maigre consolation pour le fait négatif qu'aucune mutation réelle ne pouvait être découverte.

Mes plantes furent pour la plupart des plantes annuelles ou bisannuelles ou même vivaces; qui, par un traitement convenable, peuvent donner des fleurs et des graines durant le premier été de leur culture. Il est inutile de les énumérer, car le résultat négatif ne doit pas être appliqué aux espèces en tant qu'espèces, mais seulement aux lignées particulières que j'ai récoltées et cultivées. Beaucoup d'espèces qui sont tout à fait constantes chez nous, peuvent être en état de mutation dans d'autres lignées de leur aire d'extension.

De tous mes essais, un seul répondit à mon attente. Une espèce d'*Cenothères* fut trouvée en état de mutation, produisant continuellement de nouvelles formes élémentaires; elle devint bientôt l'objet le plus important de mes recherches expérimentales.

Plusieurs *Cenothères* ont été introduites à différentes époques d'Amérique dans les jardins d'Europe. Elles se sont dispersées dans le voisinage des habitations, devenant communes et se comportant comme les types indigènes. L'*O. biennis* fut introduite de Virginie vers 1614, c'est-à-dire depuis près de trois siècles; l'*O. muricata* à corolles petites et à feuilles étroites, en 1789, par John Hurnemann; l'*O. suaveolens* ou *Cenothère* à odeur agréable, qui ressemble beaucoup à l'*O. biennis*, fut introduite vers la même époque, en 1778, par John Fothergill. Cette forme se rencontre en différentes parties de la France, tandis que le *biennis* et le *muricata* sont très communs dans les régions sablonneuses de la Hollande où je les ai observés il y a plus de 40 ans. En Amérique, les *O. biennis* et *O. muricata* renferment un grand nombre d'espèces élémentaires différentes; il semble qu'une seule forme de chacune d'elles ait été introduite en Europe. Elles sont très constantes, comme j'ai pu m'en assurer dans

mes expériences. A côté de ces trois espèces, l'Ænothère à grandes fleurs ou *O. Lamarckiana* se trouve dans quelques localités, en Hollande et ailleurs. Elle est venue d'Amérique de la même façon que ses congénères et a été introduite du Texas, vers 1860. Autant que je le sache, on ne l'a pas retrouvée récemment à l'état sauvage dans cette région quoiqu'elle puisse avoir été négligée, ce qui s'explique facilement en ce sens que les espèces de ces groupes sont l'objet de nombreuses controverses systématiques; elles sont combinées par différents auteurs en des espèces systématiques diverses et sont souvent considérées comme des variétés d'un ou de deux types distincts. Toutefois, il serait d'un grand intérêt de s'assurer si l'*O. Lamarckiana* croît encore actuellement en Amérique, et si elle s'y trouve dans le même état de mutation qu'en Hollande.

L'Ænothère à grandes fleurs fut cultivée ainsi vers le début du siècle dernier dans le jardin du Muséum d'histoire naturelle de Paris où elle fut remarquée par Lamarck qui la distingua de suite comme une espèce non décrite. Il en fit l'étude et les échantillons-types sont encore conservés dans l'herbier du Muséum où je les ai comparés aux plantes de mes propres cultures. Peu après, Seringe lui donna un nom différent en l'honneur du savant qui l'avait découverte et dont elle porte maintenant le nom. Ainsi Lamarck découvrit inconsciemment et décrivit lui-même la plante qui, un siècle plus tard, permettrait de donner une démonstration expérimentale de ses vues à grande portée sur l'origine commune de tous les êtres vivants.

L'*Ænothera Lamarckiana* est regardée en Europe comme une plante horticole très estimée pour les parcs et les plantations d'ornement. Elle est cultivée par les grainetiers et mise dans le commerce. Elle s'est échappée des jardins et, comme elle peut se multiplier rapidement, elle est devenue sauvage en beaucoup d'endroits. Autant que je le sache, ses stations connues sont peu étendues et on peut présumer que pour chacune d'elles, la plante s'est échappée séparément de la culture. C'est dans cet état que j'ai rencontré, pour la première fois, cette belle espèce.

L'Ænothère de Lamarck est une plante majestueuse, à tige

vigoureuse, atteignant souvent une taille de 1 m. 60 et plus. Lorsque la plante a de l'espace, sa tige principale est entourée de nombreuses branches plus petites développées au-dessus du pied en assez grande abondance pour former un buisson touffu; les branches possèdent à leur tour de nombreuses ramifications latérales. La plupart des rameaux sont, en été, couronnés de fleurs qui se succèdent régulièrement en laissant ensuite de longs épis de jeunes fruits. Les fleurs sont grandes, d'un jaune brillant et attirent immédiatement l'attention, même de loin; elles s'ouvrent vers le soir, comme l'indique le nom anglais de la plante et sont pollinisées par les bourdons et les mouches. Par temps clair, leur durée est limitée à un seul soir, mais par temps couvert, on les trouve encore ouvertes le matin suivant. A l'opposé de ce qui a lieu dans les espèces voisines, la pollinisation dépend de la visite des insectes. L'*Oenothera biennis* et l'*O. muricata* ont leurs stigmates en contact immédiat avec les anthères dans les bourgeons floraux, et, comme les anthères s'ouvrent le matin qui précède le soir de l'ouverture des pétales, la fécondation est généralement accomplie avant que les insectes se posent sur les fleurs. Dans l'*O. Lamarckiana*, il n'y a pas d'autofécondation directe; les stigmates dépassent les anthères dans le bouton; comme le style augmente de longueur à l'époque de l'ouverture de la corolle, ils sont élevés au-dessus des anthères et ne recueillent pas de pollen. D'ordinaire, les fleurs restent stériles, si elles ne sont pas visitées par les insectes, ni soumises à la fécondation artificielle, quoiqu'on puisse voir de rares cas d'autofécondation.

En tombant, les fleurs laissent un gros ovaire à quatre loges remplies d'un grand nombre de jeunes semences. La capsule, à maturité, s'ouvre à son sommet par quatre valves et renferme souvent deux ou trois cents graines. En moyenne, il y a cent capsules sur la tige principale; les branches latérales peuvent donner un nombre encore plus grand de fruits mûrs qui assurent ainsi la très rapide dissémination de l'espèce.

J'ai trouvé cette espèce remarquable près d'Hilversum, aux environs d'Amsterdam où elle forme une station de quel-

ques milliers d'individus. D'ordinaire elle est bisannuelle; la première année, elle produit des rosettes et la seconde, des tiges. On voyait immédiatement que les tiges et les rosettes étaient très variables et bientôt j'ai pu distinguer parmi elles des variétés distinctes.

La première découverte de cette station eut lieu en 1886. Je l'ai visitée ensuite à plusieurs reprises, souvent chaque semaine et même tous les jours pendant les premières années, depuis, toujours au moins une fois par an. L'Œnothère de Lamarck a montré la particularité longtemps cherchée de produire chaque année un certain nombre de nouvelles espèces dont certaines furent observées directement sur le champ, soit à l'état de tiges, soit à l'état de rosettes. Ces dernières furent transplantées dans mon jardin pour des observations ultérieures; quant aux tiges, elles donnèrent des graines qui furent semées sous le même contrôle. D'autres espèces nouvelles étaient trop faibles pour vivre assez longtemps dans le champ. Elles furent découvertes dans les semis, faits dans mon jardin, de graines récoltées sur des plantes non différenciées de la station sauvage. La troisième et dernière méthode que j'employai pour obtenir encore un plus grand nombre de nouvelles espèces dans cette lignée mutante a consisté en la répétition des semis, en récoltant et en semant les graines qui mûrirent sur les plantes introduites dans mon jardin. Ces diverses méthodes ont permis de découvrir plus d'une douzaine de types nouveaux, qui n'avaient jamais été observés ni décrits antérieurement.

Laissons pour la conférence suivante l'étude expérimentale de la parenté de ces nouvelles formes et commençons par en donner une courte description. Nous pouvons les grouper en cinq catégories différentes d'après leur valeur systématique. La première renferme celles qui doivent être évidemment regardées comme des variétés au sens restreint du mot indiqué antérieurement. La seconde et la troisième catégorie comprennent les espèces élémentaires progressives réelles, d'abord, celles qui sont aussi vigoureuses que l'espèce initiale et, en second lieu, les types plus faibles, qui semblent ne pouvoir être maintenus. Dans la quatrième catégorie,

je réunis certaines formes instables, et dans la dernière, celles qui sont incomplètes au point de vue de l'organisation.

J'ai trouvé trois variétés à caractères négatifs, c'est-à-dire des variétés réellement régressives, toutes fleurissant dans le champ. Je leur ai donné les noms de *lævifolia*, *brevistylis* et *nanella*.

L'*O. lævifolia* ou variété à feuilles lisses fut le premier type nouveau observé dans la station d'origine. C'était dans l'été de 1887, il y a dix-sept ans de cela. Elle formait un petit groupe de plantes croissant à quelque distance du groupe principal et dans le même champ. J'ai trouvé quelques rosettes et quelques individus en fleurs dont j'ai semé un petit nombre de graines à l'automne. La variété se maintint absolument stable dans le champ, n'augmentant pas quant au nombre des individus et ne changeant pas de place, quoiqu'elle soit actuellement très étroitement entourée par des *O. Lamarckiana*. Dans mon jardin, la variété se montre constante par semis; elle ne retourne jamais au type *Lamarckiana* initial à la condition qu'on empêche le croisement.

Elle se distingue seulement de l'*O. Lamarckiana* par ses feuilles lisses, caractère qui lui a fait donner son nom. Les feuilles de l'*Oenothère* de Lamarck présentent de nombreuses ondulations, entre les nervures, sur tout le limbe sauf à la pointe. Les ondulations sont visibles sur les deux faces du limbe qui en est absolument couvert; aussi les feuilles n'ont pas l'éclat de celles de l'*Oenothère* ordinaire ou *O. biennis*. Les ondulations sont absentes ou du moins très rares sur les feuilles de la nouvelle forme *lævifolia*. D'ordinaire, elles manquent complètement, mais parfois on peut voir de rares feuilles qui présentent de légères traces de ce caractère, ce qui nous montre que la faculté de produire des sinuosités n'est pas complètement perdue, mais se trouve seulement à l'état latent dans la nouvelle variété. Cette latence est exactement analogue à la perte apparente des caractères d'un très grand nombre de variétés horticoles ordinaires.

N'ayant pas de bosses, les feuilles du *lævifolia* sont lisses et brillantes; elles sont aussi un peu plus étroites et plus effilées que celles du *Lamarckiana*. Les convexités et les

concavités des feuilles peuvent être considérées comme un caractère utile dans les saisons sèches; mais, dans les étés humides comme ceux des dernières années, ces particularités doivent être regardées comme très nuisibles puisqu'elles retiennent l'eau qui tombe sur les plantes et prolongent l'action de l'eau sur les feuilles. Ce caractère est considéré par quelques auteurs comme étant d'une certaine utilité après de légères averses; mais on a observé dans mon jardin qu'il affaiblissait les plantes pendant les temps humides en empêchant les feuilles de se sécher. Il reste à essayer si le *lævifolia* se comporterait mieux que le *Lamarckiana* dans ces circonstances.

Les fleurs du *lævifolia* diffèrent aussi légèrement de celles du *Lamarckiana*; leur couleur jaune est plus pâle et leurs pétales sont plus lisses. Les différences augmentent plus tard, à l'automne, sur les branches latérales plus faibles; les pétales du *lævifolia* deviennent plus étroits et sont souvent dépourvus de l'échancrure de la pointe, ce qui les rend ovales au lieu d'être cordiformes. C'est souvent le caractère le plus facile à reconnaître et le plus frappant de la variété. En ce qui concerne les organes reproducteurs, la fertilité et l'abondance de bonnes graines, le *lævifolia* n'est en aucune façon ni inférieur, ni supérieur à l'espèce initiale.

L'*Oenothera brevistylis*, ou Énothère à court style, est la plus curieuse de toutes mes nouvelles formes. Elle a des styles si courts que les stigmates arrivent seulement au bord du tube calicinal au lieu d'être portés au-dessus des anthères. Les stigmates ont aussi une autre forme; ils sont aplatis et non cylindriques; les anthères laissent tomber sur eux un pollen abondant qui germe à la façon ordinaire.

L'ovaire qui dans le *Lamarckiana* et dans toutes les autres formes nouvelles est complètement situé au-dessous du tube calicinal n'y est ici qu'en partie, car ce tube est inséré à quelque distance au-dessous du sommet. La ligne d'insertion divise l'ovaire en deux parties dont la supérieure est très réduite en largeur, quelque peu amincie et simule un prolongement de la base du style. La partie inférieure est aussi réduite mais d'une autre façon; à l'époque de la floraison, elle ressemble à l'ovaire du *Lamarckiana*, sans être plus

étroite, ni plus large, mais elle n'est atteinte que par un très petit nombre de tubes polliniques et par conséquent toujours très incomplètement fécondée. Les ovaires ne tombent pas après que la fleur est flétrie, comme le font d'ordinaire les ovaires non fécondés, mais ils ne croissent pas non plus et ne prennent pas la position dressée des capsules normales. Ils sont gênés dans leur développement et, à l'époque de la maturité, ils ont presque la même longueur qu'au début. Beaucoup d'entre eux ne contiennent aucune bonne semence. J'ai réussi à récolter seulement une centaine de graines dans un millier de capsules. Toutes ces graines, obtenues après autofécondation et après l'exclusion de la visite des insectes, reproduisent la variété, sans aucun retour au type *Lamarckiana*.

Les boutons floraux ont une forme qui correspond aux particularités déjà décrites. Ils n'ont pas les stigmates élevés au-dessus des anthères qui, dans le *Lamarckiana*, par la croissance vigoureuse du style, écartent le calice et rendent les boutons floraux plus minces et plus élancés; les boutons du *brevistylis* sont par suite plus larges et plus gonflés. Il est très facile de distinguer les individus par ce seul caractère saillant quoiqu'ils diffèrent de l'espèce initiale par d'autres particularités.

Les feuilles de l'*O. brevistylis* sont plus arrondies à la pointe; la différence n'est prononcée qu'à certaines époques; elle est faible sur les rosettes adultes, mais plus nette sur les sommités en croissance des tiges et des branches. Grâce à ce caractère, les plantes peuvent être distinguées des autres quelques semaines avant que les fleurs commencent à se montrer. Mais l'absence de fruits est le caractère qui permet de reconnaître le plus facilement les plantes à distance, dans le champ, où on les trouve, chaque année, en nombre variable, mais toujours faible.

Nous passons maintenant à la dernière forme de notre groupe de variétés régressives, l'*O. nanella* ou l'œnothère naine, qui est une très jolie petite plante. Elle a une taille très faible, atteignant rarement 20 ou 30 cm., c'est-à-dire moins du quart de la taille de l'espèce parente. Elle commence à fleurir à 10 ou 15 cm. de hauteur, tandis que

*O. Lamarckiana* mesure souvent près d'un mètre au même stade de développement. Sa petite taille rend ses grandes fleurs encore plus frappantes, car celles-ci ne sont guère plus petites que celles du *Lamarckiana* et ont une structure identique. Après la défloraison, l'épi s'allonge rapidement et devient souvent beaucoup plus long que la partie inférieure ou partie végétative de la tige.

Les *nanella* constituent l'une des mutations les plus communes de mon jardin; je les ai observées dans la station d'origine et j'en ai obtenu aussi de graines récoltées en cet endroit. Une fois produites, elles sont absolument stables. J'ai fait l'essai de plusieurs milliers de graines provenant de diverses mutantes *nanella* et je n'ai jamais remarqué aucune trace de retour au *Lamarckiana*. Je les ai aussi cultivées pendant plusieurs générations successives avec le même résultat. Dans une conférence précédente, nous avons vu que, contrairement à l'opinion générale des horticulteurs, les variétés sont aussi stables que les meilleures espèces lorsqu'on les met à l'abri de mélanges par hybridation. C'est une règle générale et les exceptions ou cas d'atavisme sont extrêmement rares. A ce point de vue, il est d'un grand intérêt d'observer que cette constance n'est pas une qualité acquise, mais qu'elle doit être considérée comme innée, puisqu'elle est déjà complètement développée dès les premiers instants où la mutation qui les fournit commence.

A partir des premières feuilles et pendant tout le développement de la rosette jusqu'à l'allongement complet de la tige, les plantes naines se distinguent facilement des autres plantes du même lot. Leur caractère le plus remarquable est celui de la forme des feuilles, qui sont plus larges et plus courtes, surtout à la base, où elles sont élargies au point de paraître sessiles. Le pétiole est très fragile, et un choc un peu rude peut amener la rupture de la feuille. Les jeunes plantules sont reconnaissables à la forme des deux ou trois premières feuilles; lorsqu'il s'en est développé davantage, les rosettes deviennent compactes et diffèrent beaucoup des autres rosettes; plus tard, les feuilles ressemblent davantage à celle du *Lamarckiana*, mais les pétioles restent courts; la base des limbes est fréquemment presque cordiforme et le

limbe même varie de la forme oblongue-ovale, à la forme ovale.

Les tiges sont souvent complètement simples, ou seulement ramifiées à la base de l'épi. Les tiges secondaires fortes, qui sont un caractère frappant du *Lamarckiana*, manquent complètement ou presque dans l'*O. nanella*. La tige est dressée, courte et ce caractère, joint à la grande couronne de fleurs, fait que les naines conviennent parfaitement pour les corbeilles ou les bordures; malheureusement elles sont très sensibles, surtout au temps humide.

On a donné les noms d'*O. gigas* et *O. rubrinervis*, c'est-à-dire d'Œnothère géante et Œnothère à nervures rouges, à deux espèces robustes et vigoureuses qui paraissent égales en vigueur à la plante origine, mais dont elles diffèrent par des caractères notables. Ce sont toutes deux, de véritables espèces élémentaires qui diffèrent du *Lamarckiana* par presque tous leurs organes et leurs qualités, mais ne montrent aucun caractère prépondérant de nature régressive. Leurs différences peuvent être comparées à celles qui distinguent les espèces élémentaires dans d'autres genres tels que le *Draba* et le *Viola*, ainsi que le montrera leur description.

L'Œnothère géante, bien que n'ayant pas une taille plus élevée que celle de l'*O. Lamarckiana*, mérite ce nom à cause de sa vigueur beaucoup plus grande sous tous les rapports. Les tiges sont robustes et ont d'un bout à l'autre un diamètre souvent double de celles du *Lamarckiana*; les entre-nœuds sont plus courts, et les feuilles, plus nombreuses, couvrent les tiges d'un feuillage plus épais. Le raccourcissement des entre-nœuds s'étend à l'épi; aussi les fleurs et les fruits sont plus serrés que sur la plante origine. Il en résulte que la couronne de fleurs qui s'ouvrent chaque soir, est plus fournie et plus brillante, d'autant plus que les fleurs prises en elles-mêmes sont sensiblement plus grandes que celles de la plante mère; en relation avec ces caractères, les boutons floraux paraissent beaucoup plus gros que ceux du *Lamarckiana*. Les fruits ont seulement la moitié de la longueur normale, mais sont plus larges; ils contiennent moins de graines, d'ailleurs très grosses.

Le *rubrinervis* est à beaucoup de points de vue l'opposé

du *gigas*, car son port est plus grêle. Les épis et les fleurs sont identiques à ceux du *Lamarckiana*, mais les bractées sont plus étroites. Les nervures et les bandes rouges des fruits fournissent un caractère différentiel très visible bien qu'elles ne soient pas absolument absentes sur les fruits du *Lamarckiana*. Le calice présente aussi une teinte rougeâtre et la couleur jaune des pétales est même quelque peu plus foncée que dans les autres formes. Les jeunes plantes présentent la même teinte rouge pâle sur les nervures moyennes des feuilles, teinte qui s'atténue sur les rosettes adultes par suite du manque de soleil. Les feuilles sont étroites. Un caractère curieux de cette espèce est la grande facilité de rupture des feuilles et des tiges, surtout chez les individus qui fleurissent dès la première année; ce défaut est dû à un état de forte turgescence et au faible développement des tissus mécaniques et de soutien; au microscope, les vaisseaux ligneux montrent des parois plus minces que celles du type initial. Les jeunes tiges du *rubrinervis* peuvent être brisées par un coup sec qui provoque une rupture nette de tous les tissus, tandis que celles du *Lamarckiana* sont très vigoureuses et très résistantes.

On reconnaît facilement les espèces géante et à nervures rouges à ce stade de la rosette. Les très jeunes plantules de la dernière espèce sont nettement différenciées du *Lamarckiana*, mais il faut souvent attendre le développement d'une douzaine de feuilles avant de voir des différences. Les jeunes plantes doivent donc avoir environ deux mois avant qu'il soit possible de discerner leurs caractères ou au moins avant que ces caractères soient assez sûrs pour permettre de distinguer les individus sans faire d'erreur; puis les différences augmentent rapidement. Les feuilles de l'*O. gigas* sont plus larges, d'un vert plus foncé, le limbe se détache plus nettement du pétiole, la rosette entière devient vigoureuse et se couvre de feuilles; les rosettes de l'*O. rubrinervis*, au contraire, sont peu fournies, d'un vert pâle avec une surface d'un blanc argenté; les feuilles sont elliptiques et n'ont souvent que 2 cm. ou moins de largeur; elles sont pointues et se rétrécissent graduellement vers le pétiole.

Il est bien évident que des feuilles pâles et étroites doivent

produire moins de nourriture organique que les feuilles larges d'un vert sombre du *gigas*. Il faut peut-être attribuer à ce fait, en partie du moins, la croissance plus robuste de la Géante dans la seconde année; il existe peut-être aussi quelque relation entre cette différence dans l'activité chimique et la tendance à devenir annuelle ou bisannuelle. L'espèce Géante, en général, produit beaucoup plus de plantes bisannuelles que le *Lamarckiana*, et l'*O. rubrinervis*, beaucoup moins. Il est aussi difficile d'obtenir des plantes annuelles de la première que les plantes bisannuelles de la dernière. Tous les échantillons du *rubrinervis* peuvent être annuels en apparence, alors que la plupart des *Gigas* resteront d'ordinaire à l'état de rosettes pendant tout le premier été. Il serait très intéressant d'acquérir des idées plus nettes sur les relations de la durée de la vie avec les autres qualités, mais jusqu'ici on ne peut que décrire les faits comme ils se présentent.

Ces deux espèces vigoureuses ont été complètement stables dès le début de leur découverte. J'en ai cultivé un grand nombre en partant de graines; elles n'ont jamais fait de retour au *Lamarckiana* dont elles ont hérité cependant la mutabilité, c'est-à-dire la qualité de produire à leur tour de nouvelles plantes mutantes. Elles semblent cependant ne la posséder qu'incomplètement et tendre à avoir une constance plus absolue, comme j'ai pu spécialement l'observer pour le *rubrinervis*, qui n'est pas aussi rare que le *gigas*, et dont j'ai pu étudier un grand nombre d'individus. Ainsi, par exemple, les *rubrinervis* n'ont jamais produit de *nanella* qui sont très souvent donnés par le *Lamarckiana*. De même, les essais de croisement semblent prouver que les *rubrinervis* ne possèdent pas la qualité de donner par mutation la variété naine.

Après les nouveautés robustes, nous passons maintenant à l'étude de deux formes également stables et distinctes de l'espèce initiale par des caractères exactement analogues quoique différents; elles sont si faibles, qu'elles n'ont aucune chance sérieuse de se maintenir à l'état sauvage. Ce sont les *Cenothères* blanchâtre et à feuilles oblongues ou *Cenothera albida* et *oblonga*.

L'*O. albida* est une espèce très faible, pourvue de feuilles blanchâtres, étroites, évidemment incapables de produire une quantité suffisante de matières organiques. Les jeunes plantules sont bientôt en retard sur leurs voisines et, si on n'en prend pas soin, elles sont recouvertes par elles. Il est nécessaire de les enlever, de les repiquer dans des pots de terre richement fumée et de leur donner tous les soins nécessaires à des plantes faibles et malades. On peut ainsi obtenir des rosettes bien développées, assez vigoureuses pour passer l'hiver; les feuilles deviennent plus fortes et plus larges, elles prennent un limbe oblong muni d'un long pétiole, mais conservent leur couleur caractéristique blanchâtre. La seconde année les tiges sont relativement fortes, sans être égales à celles du *Lamarckiana*; elles deviennent pourtant plus élevées qu'on pourrait s'y attendre d'après la faiblesse des plantes dans les stades antérieurs. La fleur et les grappes sont presque aussi larges que celles de la forme initiale, les fruits sont seulement un peu plus minces et renferment une quantité moins grande de semences. J'ai obtenu de ces graines une seconde et une troisième génération qui m'ont permis d'observer que les plantes restent fidèles à leur type.

L'*O. oblonga* peut croître, soit comme plante annuelle, soit comme plante bisannuelle; dans le premier cas, elle est très grêle et très faible, ne porte que de petits fruits renfermant peu de graines; mais lorsqu'elle est bisannuelle, elle forme de nombreuses ramifications, porte un grand nombre de grappes florales et donne une forte récolte de graines, mais elle reste toujours petite et atteint environ la moitié de la taille du *Lamarckiana*. Elle a des feuilles larges lorsqu'elle est très jeune, mais les rosettes adultes ont des feuilles très étroites, charnues et d'un vert brillant, qui croissent de façon à ne laisser entre elles aucun vide. Les épis floraux de la seconde année portent sous les premières fleurs de longues bractées analogues aux feuilles, mais celles des fleurs supérieures sont de beaucoup plus courtes. Les nombreuses petites capsules qui couvrent l'axe de l'épi, après la fanaison des pétales, constituent un caractère différentiel très frappant. Cette espèce est

aussi tout à fait stable lorsqu'elle provient de semences pures.

Nous avons décrit jusqu'ici sept formes nouvelles, qui divergent du type *Lamarckiana* par des points différents. Toutes sont absolument constantes par semis. On peut en obtenir des centaines ou des milliers de plantules qui viennent toujours fidèles au type et ne retournent jamais au *Lamarckiana*. Elles ont hérité de ce dernier l'état de mutabilité, soit complètement, soit en partie, et sont pour cela capables de produire aussi de nouvelles formes; mais ceci n'a lieu que rarement. La seule combinaison de plusieurs types qu'on puisse trouver dans une plante isolée paraît limitée au mélange du nanisme aux caractères des autres espèces nouvelles.

Ces sept nouveautés ne renferment pas toute la série des formes nouvelles que j'ai vu naître de l'*O. Lamarckiana*, mais ce sont les plus intéressantes. Il en est d'autres, comme l'*O. semilata* et l'*O. leptocarpa* qui sont tout aussi constantes et tout aussi distinctes, mais ne méritent pas d'être décrites avec détails. Par contre, il y en a qui furent stériles ou trop faibles pour atteindre l'âge adulte et fournir des graines; on ne peut ni les décrire ni les apprécier d'après l'aspect d'un seul individu.

En opposition avec ces groupes de formes constantes, j'ai obtenu trois types instables que nous pouvons maintenant étudier. Ils appartiennent à deux catégories distinctes, selon la cause de leur instabilité; pour l'une d'elles, que j'appelle *O. lata*, la question de la constance ou de l'inconstance ne pourra être résolue, puisqu'elle ne donne que des fleurs femelles et qu'aucun ovule ne peut être fécondé, si ce n'est par le pollen d'une autre forme, c'est-à-dire par hybridation. L'autre catégorie renferme deux formes fertiles, l'*O. scintillans* et l'*O. elliptica*, qu'on peut facilement autoféconder, mais qui fournissent malgré cela une descendance ne ressemblant qu'en partie aux parents immédiats.

L'*O. lata* est une forme très distincte qui fut trouvée à plusieurs reprises dans le champ d'Hilversum; récemment (1902), j'y ai vu un échantillon de cette espèce abondamment fleuri. Je l'ai obtenue aussi de graines récoltées en

différentes années dans la station origine. Elle est complètement femelle; les anthères paraissent fortes, mais sont sèches, ridées et presque vides. La couche interne des cellules qui enveloppe le massif pollinique s'accroît au lieu de se résorber et remplit en partie la cavité laissée libre par l'avortement des grains de pollen. Cet avortement n'affecte pas tous les grains au même degré et, au microscope, on en voit un petit nombre ayant l'aspect normal, dont le contenu est mal développé. J'ai essayé en vain l'autofécondation avec un grand nombre de fleurs; seule la fécondation croisée permet d'obtenir des graines de *O. lata* et alors autant que dans les autres espèces autofécondées. Naturellement, les chances de toujours la trouver à l'état sauvage sont diminuées à cause de ce défaut. L'*O. lata* est une plante basse, à tige molle, à rameaux et à branches arqués, tous très fragiles, mais à feuillage épais et à croissance luxuriante. Elle a des fleurs d'un jaune brillant et de gros boutons floraux; pour une cause inconnue, les pétales ne s'étalent qu'en partie et restent froissés pendant l'époque de la floraison. Les stigmates diffèrent légèrement de ceux du type normal; ils sont partiellement soudés entre eux et latéralement avec le sommet du style; cette particularité est sans inconvénient pour leur fonction.

Les jeunes plantules d'*O. lata* peuvent être reconnues dès les premières feuilles; leur limbe a une forme presque arrondie et se détache très nettement du pétiole; le limbe, très ondulé, présente des concavités et des convexités sur les deux faces; ce caractère est moins net sur les dernières feuilles, mais reste visible pendant toute la vie de la plante, même à l'époque de la floraison. Les feuilles larges, sinueuses, à pointes arrondies, sont un caractère propre à l'*O. lata*; les sommets des tiges et des branches sont couronnés comme par des rosettes. On ne peut rien affirmer de précis sur l'hérédité de ces caractères à cause de l'absence de pollen. Le nouveau type ne peut être perpétué que par le croisement, soit avec la forme mère, soit avec quelque autre mutante. Je l'ai fécondée, en général, avec le pollen du *Lamarckiana*, mais j'ai souvent utilisé aussi le pollen des *nanella* et d'autres. Dans ces croisements, le *lata* transmet

ses caractères à une partie de sa descendance, partie qui semble indépendante du pollen employé, mais très variable selon les circonstances extérieures; en moyenne, un quart de la descendance est du type *O. lata*, le reste prend le type du père si ce dernier est un *Lamarckiana*, soit en partie, ce type, et en partie, celui de toute autre espèce nouvelle dérivée du *Lamarckiana* qu'on a pu employer comme père. Cette moyenne réapparaît, en règle générale, dans toutes les expériences et persiste sans modification, pendant une longue série de générations successives. Les fluctuations autour de cette moyenne vont jusqu'à près de 50% et s'abaissent presque à 1%; mais, comme dans d'autres cas, ces déviations extrêmes de la moyenne ne se rencontrent qu'exceptionnellement.

La seconde catégorie renferme les espèces instables, mais parfaitement fertiles. J'ai déjà donné les noms des deux formes qui seules méritent d'être décrites ici.

L'une d'elles est appelée *scintillans* ou *Œnothère* brillante, parce que ses feuilles d'un vert sombre ont une surface lisse qui brille au soleil. Sur les jeunes rosettes, ces feuilles sont légèrement plus larges, ensuite quelque peu plus étroites que celles de l'*O. Lamarckiana* de même âge. Les plantes restent toujours petites et n'atteignent pas la taille du type primitif; elles sont aussi beaucoup moins ramifiées. On peut facilement les cultiver en générations annuelles; elles ne sont pas alors aussi fortes et aussi fertiles que lorsqu'elles fleurissent dans la seconde année. Les fleurs ont la même structure que celles du *Lamarckiana* quoique moins grandes.

En fécondant les fleurs artificiellement avec leur propre pollen et en excluant la visite des insectes au moyen de sacs de papier, puis en récoltant et semant les graines de chaque individu séparément, on a tout ce qui est nécessaire pour apprécier le degré de stabilité de cette espèce. Dans les premières semaines, les caisses à semis ne montrent aucune irrégularité et souvent les jeunes plantes doivent être repiquées à de grands intervalles avant de faire connaître le résultat. Mais aussitôt que les rosettes commencent à se remplir, il devient manifeste que certaines restent plus petites que d'autres. Bientôt les plus petites sont d'un vert

plus foncé et ont des feuilles plus larges ; ce sont des caractères du *scintillans*. Les autres croissent plus vite et plus vigoureusement et ont tous les caractères des *Lamarckiana* ordinaires.

Les proportions numériques de ces deux groupes de descendants ne sont pas identiques dans tous les cas. Certaines plantes donnent environ un tiers de *scintillans* et deux tiers de *Lamarckiana*, tandis que d'autres lignées montrent la proportion exactement inverse.

Deux points méritent d'être notés. D'abord la descendance du *scintillans* paraît mutable à un haut degré, même plus que celle des *Lamarckiana*. Les formes le plus fréquemment produites par les *Lamarckiana* sont aussi celles qu'on trouve le plus souvent dans la descendance de l'Énothère brillante, telles sont l'*oblonga*, le *lata* et le *nanella*. J'ai observé de temps à autre dans les semis de *scintillans* une proportion d'*oblonga* supérieure à 10%, tandis que les *lata* et les *nanella* n'apparaissent qu'en un petit nombre d'individus épars, mais presque toujours, lorsque les semis sont suffisamment grands.

En second lieu, l'instabilité semble une qualité constante, quoique ces mots paraissent à première vue contradictoires. Je veux dire que le degré de l'instabilité reste constant pendant des générations successives. C'est un fait très curieux qui rappelle assez exactement les conditions d'hérédité des variétés de fleurs striées. Les atavistes, au contraire, qui sont les individus ayant le port et les caractères du *Lamarckiana*, deviennent dans ce cas de véritables *Lamarckiana*, même en ce qui concerne leurs caractères héréditaires. Si on récolte et sème leurs graines, leur progéniture ne renferme aucun *scintillans* ou du moins pas plus qu'il en peut naître dans les mutations ordinaires.

Il faut citer une autre nouvelle espèce qui est aussi instable ; comme elle est très rare à la fois dans le champ et dans mes cultures et comme il fut difficile de la cultiver, je ne pourrai en dire que peu des choses. C'est l'*O. elliptica*, à feuilles étroites, elliptiques, à pétales elliptiques aussi ; ses graines ne reproduisent le type que dans une très faible proportion.

En tout, nous avons donc un groupe d'une douzaine de

types nouveaux, nés d'une seule forme initiale, dans une station restreinte. On les a vus croître dans le champ ou naître dans le jardin, en partant de semences qui ont été récoltées dans le champ. Sans aucun doute les germes des nouveaux types étaient complètement formés dans la semence, prêts à se développer à l'époque de la germination. Si le champ avait offert des conditions plus favorables, on aurait probablement vu toutes les nouvelles espèces décrites y déployer leurs caractères et entrer en lutte entre elles ou avec leurs parents communs. Ce point n'a évidemment qu'une importance secondaire et ne modifie pas le fait qu'on a vu naître directement et à l'état sauvage un certain nombre de nouveaux types, analogues à l'essaim plus ancien des *Draba* et des *Viola* et de beaucoup d'autres espèces polymorphes.

---

## DIX-NEUVIÈME CONFÉRENCE

### CULTURES PÉDIGRÉES EXPÉRIMENTALES

La production de mutantes observée sur le champ d'Hilversum, la culture ultérieure des types nouveaux dans le jardin d'Amsterdam donnent des preuves suffisantes de la mutabilité des plantes; elles fournissent, de plus, une analogie avec la production supposée de la multitude d'espèces de *Draba* et de *Viola*. Enfin, et ce point n'est pas le moins important, elles procurent le matériel nécessaire pour l'étude complète, systématique et morphologique, du groupe des formes nouvellement apparues.

Cependant, les lois physiologiques qui régissent la mutation ne sont dévoilées que très imparfaitement par cette étude. Les exemples sont très peu nombreux; les graines qui donnent les plantes mutantes échappent à l'observation; il est impossible de dire de quel individu elles sont dérivées. Les formes *laevifolia* et *brevistylis* ont été trouvées presque chaque année, la première réapparaissant toujours à la même place, la seconde, en des points différents du champ où s'est produite la mutation. Par suite, s'il est permis d'attribuer une origine commune à tous les individus observés dans les deux lignées, il est impossible de dire, d'après les seules observations faites sur le champ, si le vieux groupe *Lamarckiana* produit encore des lignées semblables.

Il en est de même pour les autres nouveautés. Il est possible que l'une d'elles ait germé à plusieurs reprises, sans jamais ouvrir ses fleurs; il se peut encore que des semences aient été formées au début dans la même capsule, mais qu'elles soient restées en terre pendant des périodes d'inégales longueur sans se développer. Il y a encore d'autres

objections qui ne peuvent être éliminées que par des expériences directes et soigneusement contrôlées. Aussi, à l'étude de la station d'origine, se joint celle qui est poursuivie dans le jardin expérimental. Ici, on adopte comme règle que chaque plante doit être fécondée avec son propre pollen ou encore avec le pollen d'autres individus dont l'origine est connue et notée. Il faut empêcher la visite des insectes et éliminer de la récolte les semences des fleurs pour lesquelles il n'a pas été possible de prendre cette précaution; puis les semences de chaque individu doivent être conservées et semées séparément pour permettre la détermination et, s'il est nécessaire, le dénombrement des descendants. Enfin, et c'est un point très important, il faut poursuivre les expériences de la même façon pendant plusieurs années successives.

J'ai fait quatre séries d'expériences analogues, chacune d'elles renfermant l'étude d'un grand nombre de milliers d'individus et s'étendant de cinq à neuf générations. Au début, les plantes étaient bisannuelles, comme dans la station d'origine, mais, plus tard, j'ai appris à les cultiver en générations annuelles. Ces quatre expériences ont été faites avec des plantes ou des semences différentes introduites de la station initiale dans mon jardin, à Amsterdam.

Il semble suffisant de ne donner ici que les résultats d'une seule de ces cultures pédigrées, car ils furent semblables pour les quatre séries. A l'automne de 1886, j'enlevai du champ neuf grosses rosettes que je plantai ensemble dans un endroit isolé du jardin; je récoltai leurs semences l'année suivante. Ces neuf plantes initiales constituent par conséquent la première génération de ma race. Je semai la seconde génération en 1888 et elle fleurit en 1889. Elle a fourni de suite le résultat cherché. L'épreuve porta sur 15.000 plantules qui furent examinées parmi lesquelles dix montrèrent des caractères divergents; elles furent traitées d'une manière convenable et réparties ensuite en deux types nouveaux, cinq étaient des *lata* et cinq des *nanella*. Elles fleurirent l'année suivante et montrèrent tous les caractères décrits dans la conférence précédente.

Je n'ai point trouvé de type intermédiaire entre elles et la

forme normale; de plus leurs parents ne permettaient pas de prévoir leur apparition. Elles prirent naissance subitement, avec tous leurs caractères, sans variation préparatoire, ni transition. Il n'est pas nécessaire de suivre plusieurs séries de générations, ni même de faire de la sélection pour les obtenir et la lutte pour l'existence n'a pas joué de rôle dans leur apparition. Ce fut une transformation subite en un autre type, un sport dans le meilleur sens du mot. Il m'a donné complètement satisfaction et fourni de suite la preuve qu'on peut faire des observations directes sur l'origine des espèces et, par conséquent, soumettre ce problème à une étude expérimentale.

La troisième génération fut, en gros, la répétition de la seconde; j'ai examiné environ 10.000 plantules et trouvé trois formes *lata* et trois *nanella*, c'est-à-dire presque les mêmes proportions que dans le premier cas; en outre, une forme *rubrinervis* fit son apparition et fleurit l'année suivante. Cette découverte m'indiqua de suite la possibilité d'obtenir de la famille *Lamarckiana*, instable, des formes nouvelles autres que celles que j'avais observées jusqu'ici. Il s'agissait donc de savoir par quelle méthode il serait possible d'obtenir d'autres types ou de les découvrir s'ils existaient déjà. Il fallait imaginer des méthodes meilleures de culture et d'observation des jeunes plantules. J'ai consacré à l'étude de ce problème trois années successives.

J'ai trouvé qu'il n'était pas du tout nécessaire de semer une plus grande quantité de graines, mais qu'il fallait donner aux jeunes plantes assez d'espace pour qu'elles pussent former librement de fortes rosettes. De plus, j'ai observé que les caractères des *lata* et des *nanella*, que je pouvais maintenant étudier sur la descendance de mes premières mutantes, pouvaient être facilement reconnus dès l'extrême jeunesse, alors que ceux du *rubrinervis* restaient cachés pendant quelques semaines de plus. J'en ai conclu qu'il fallait examiner de temps à autre les jeunes plantes jusqu'à ce qu'il fût manifeste qu'elles étaient des *Lamarckiana* normaux. Tous les individus qui montraient une légère déviation du type ou même qui ne donnaient qu'une faible indication de la divergence des caractères furent enlevés de la

cuvette et plantés séparément dans les conditions les plus favorables possible. Ils furent mis en pots, sur un sol bien fumé, et conservés sous cloche à une bonne exposition de la lumière solaire. En général, ils se développèrent très vite et il fut possible de les repiquer de bonne heure, en juin. Certains avaient bien été pris par erreur pour des mutantes, mais le plus grand nombre montrèrent de nouveaux caractères.

En tout, j'avais 334 jeunes plantes qui différaient du type initial. Comme l'examen avait porté sur environ 14.000 plantules, il faut estimer la proportion de la variation à 2,5 %; proportion de beaucoup plus considérable que celle qui fut observée dans les cultures des deux premières générations. Ce résultat fait comprendre la valeur des améliorations apportées à la méthode; il est certain que j'ai négligé beaucoup de bonnes mutations dans les observations antérieures.

Comme il fallait s'y attendre, les *lata* et les *nanella* réappurent dans cette génération (1895). Je suis persuadé de les avoir observées presque toutes, sans faire d'erreur importante, car je connaissais alors le moyen de les déterminer presque à tout âge. En fait, j'en ai trouvé beaucoup; il y avait 60 *nanella* et 73 *lata*, soit près de 0,5 % de chaque espèce. J'ai trouvé aussi huit échantillons de *rubrinervis* en tout; il était donc beaucoup plus rare que les deux premières formes nommées. Mais le fait le plus curieux est qu'en cette année la forme *oblonga* fit son apparition. Il n'est pas douteux que je l'ai vue souvent durant les années précédentes, mais je n'avais pas attribué de valeur aux différences très légères qui la distinguaient du type d'après ce que je savais à cette époque. J'appris alors que toute différence doit être regardée comme importante et qu'il faut isoler la plante qui la présente pour l'observer dans son développement ultérieur. Parmi les échantillons mis à part, il n'y en avait pas moins de 176 appartenant au type *oblonga*, soit plus de 1 %. Ce type était à cette époque tout à fait nouveau pour moi.

J'ai dû le conserver durant l'hiver suivant pour en obtenir des tiges et des fleurs. Son examen m'a prouvé qu'il était aussi uniforme que ses trois prédécesseurs et, qu'en particulier, il se distinguait nettement du *Lamarckiana*. C'était

une occasion favorable pour la découverte des intermédiaires, car les caractères distinctifs étaient assez douteux à l'époque de la sélection et de la séparation des jeunes plantes; toutefois, je n'ai trouvé aucune forme de passage.

Il en est de même pour la forme *albida* qui apparut en quinze échantillons, soit dans la proportion 0,1 % du lot entier. Une culture soignée m'a prouvé que ces plantes n'étaient pas malades, mais qu'elles appartenaient à un type nouveau peu vigoureux. Il était évident que je l'avais déjà vu dans les années précédentes, mais, ne l'ayant pas reconnu, il avait pu être détruit à un stade très jeune. Je ne connaissais d'ailleurs pas de moyen pour le protéger contre les circonstances défavorables et, aujourd'hui même, je n'ai pas encore réussi à en conserver d'assez vigoureux pour passer l'hiver.

A côté de ces formes, j'ai observé deux nouveaux types qui complètent la série de tout ce qui est noté comme apparaissant régulièrement dans cette famille; ce sont les formes *scintillans* et *gigas*.

La première fut obtenue par la méthode qui vient d'être décrite. L'autre n'échappa qu'à peine à la destruction; car elle ne se distinguait pas du *Lamarckiana* dans son jeune âge et elle fut laissée sur les planches de semis après la fin de la sélection. Mais, comme il était nécessaire de conserver quelques rosettes durant l'hiver afin de posséder des plantes à floraisons bisannuelles comme porte-graines, j'ai choisi, en août, environ 30 plantes des plus vigoureuses et je les ai plantées sur une autre planche du jardin en les écartant suffisamment pour qu'elles pussent étaler leurs tiges et leurs branches. L'année suivante, la plupart fournirent des pousses vigoureuses, mais ne montrèrent aucune différence jusqu'à l'ouverture des premières fleurs. L'une des plantes portait une couronne de beaucoup plus fournie de fleurs éclatantes que toutes les autres. Dès la chute des premières fleurs et dès le début de la croissance des jeunes fruits, il fut évident que cette forme appartenait à un type nouveau. J'enlevai alors toutes les fleurs déjà fécondées ainsi que les jeunes fruits et je protégeai les boutons contre la visite des insectes; de cette façon, les fleurs isolées furent fécondées avec leur propre pollen et je pus affirmer l'origine pure des graines

récoltées dans les derniers fruits. Elles furent semées au printemps de 1907 et ont fourni une récolte uniforme de près de 300 jeunes plantes *gigas*.

Après avoir trouvé que le succès dépend des procédés d'étude, il me fut possible de diminuer graduellement l'étendue de mes cultures; les chances de découvrir de nouveaux types étaient évidemment moindres, mais cette méthode permettait de résoudre plus aisément et avec plus de précision la question de savoir s'il se produisait à plusieurs reprises les mêmes formes nouvelles. L'année suivante (1896), je semai la moitié des semences employées les années précédentes et j'obtins le même résultat. A l'exception de la forme *gigas*, toutes celles qui ont été décrites sont réapparues dans la descendance des *Lamarckiana* normaux et autoféconds. C'était alors la cinquième génération de ma culture pédigrée et j'avais par suite la certitude absolue que les ancêtres des mutantes de cette année avaient une origine pure et ne s'étaient point modifiés, du moins dans les quatre générations antérieures.

Grâce aux améliorations de la méthode de sélection et aussi, sans doute, à un heureux hasard, je découvris un plus grand nombre de mutantes cette année-là que durant les années précédentes. Parmi 8.000 plantules environ, j'ai pu en compter 377 aberrants, soit près de 5 %, ce qui est une proportion élevée. La plupart appartenaient aux types *oblonga* et *lata* qui sont précisément ceux qui composaient la majorité des mutantes dans les années précédentes.

Les formes *albida*, *nanella* et *rubrinervis* naquirent en grande quantité et même, la forme *scintillans*, dont je n'avais eu dans les générations antérieures qu'une seule plante, se produisit six fois.

Il n'apparut pas de nouvelle forme et l'étendue de la mutabilité de ma famille semblait épuisée. Les résultats des trois générations suivantes confirmèrent cette conclusion; j'ai observé, il est vrai, un nombre beaucoup plus faible d'individus, mais elles donnèrent les mêmes mutantes ou du moins les plus communes de celles qui avaient été obtenues dans les années précédentes.

Au lieu de décrire à part les résultats de ces deux der-

nières années, je vais résumer maintenant toute l'expérience dans un tableau généalogique où le type normal *Lamarckiana* occupe la ligne principale. Les graines semées provenaient seulement, soit de plantes suffisamment isolées, soit, comme dans les dernières années, de plantes protégées à l'aide de sacs de papier enveloppant les inflorescences.

J'ai indiqué le nombre de plantules de *Lamarckiana* qui furent observées chaque année. La majeure partie fut évidemment enlevée dès qu'on put reconnaître leurs caractères différentiels de façon à donner plus d'espace aux autres plantules; à la fin, il n'y eut qu'un petit nombre de plantes qui furent laissées à floraison pour perpétuer la race. J'ai signalé, pour chaque génération, le nombre des mutantes de chacune des formes observées en les plaçant dans des colonnes verticales sous leurs titres respectifs. Les trois premières générations furent bisannuelles, mais les cinq dernières annuelles.

TABLEAU GÉNÉALOGIQUE D'UNE FAMILLE EN MUTATION  
D'ŒNOTHERA LAMARCKIANA CULTIVÉE AU JARDIN EXPÉRIMENTAL  
D'AMSTERDAM

Génération	<i>O. gigas</i>	<i>albida</i>	<i>oblonga</i>	<i>rubri-nervis</i>	<i>Lamarckiana</i>	<i>nanella</i>	<i>lata</i>	<i>scintillans</i>
VIII		5	1	0	1.700	21	1	
VII			9	0	3.000	11		
VI		11	29	3	1.800	9	5	1
V		25	135	20	8.000	49	142	6
IV	1	15	176	8	14.000	60	73	1
III				1	10.000	3	3	
II					15.000	5	5	
I					9			

Il est très étonnant que les diverses mutations des Œnothères offrent un grand degré de régularité; il n'y a pas de chaos de formes, ni de déviations mal définies à tous les degrés et dans toutes les directions; au contraire, il est évident, à première vue, que le phénomène tout entier est régi par des lois très simples.

Il faut maintenant essayer de déduire ces lois de mon

expérience ; elles ne s'appliquent pas seulement à nos *Cœnothères*, il faut leur attribuer une valeur plus générale. Ce résultat est évident, si l'on compare l'ensemble des formes nouvelles avec les groupes des espèces élémentaires qui composent les espèces systématiques les plus récentes et qui, nous l'avons vu, doivent être regardées comme le résultat de mutations antérieures. La seule différence consiste en ce que nous avons vu les *Cœnothères* naître au milieu de leurs parents et que cette observation n'a pas été faite pour les *Draba*.

Par suite, il faut admettre que, dans la comparaison de ces deux phénomènes, nous devons laisser de côté le tableau généalogique des *Cœnothères* et ne comparer que les groupes de formes tels qu'ils apparaissent à la fin de l'expérience. Si nous trouvons, avec cette restriction, une ressemblance suffisante entre les *Draba* et les *Cœnothères*, nous serons autorisés à en conclure que les *Draba* et les autres espèces polymorphes ont une origine probable analogue à celle des *Cœnothères*. Il peut exister évidemment des différences de détail, mais les caractères généraux des phénomènes ne doivent pas être régis par des lois complètement distinctes. Toutes les séries de formes connues sous le nom d'espèces élémentaires appartiennent à un seul type et ce type renferme nos *Cœnothères* qui sont les seules qu'on ait pu soumettre à l'expérience.

Aussi les lois de la mutabilité que nous formulerons pour les *Cœnothères* doivent être considérées comme valables pour d'autres cas nombreux et analogues.

I. *La première loi est que de nouvelles espèces élémentaires apparaissent subitement, sans intermédiaires.*

C'est un résultat remarquable qui est en contradiction la plus directe avec l'opinion courante. On croit généralement à l'existence de changements très lents, si lents qu'il faut supposer l'action continue de plusieurs siècles pour entraîner des différences notables. Si cette conception était exacte, les chances de voir naître une nouvelle espèce seraient très faibles et ne laisseraient guère d'espoir. Heureusement les *Cœnothères* montrent des tendances contraires. L'un des

grands avantages de la culture pédigrée consiste en ce que les ancêtres de chaque forme mutante ont été examinés et décrits sur le livre des cultures; les mutantes de l'année dernière dérivait de parents qui, pendant sept générations, étaient de véritables *Lamarckiana*. S'il y avait eu une préparation visible à la mutation, elle n'aurait pu échapper à l'observation. De plus, si une préparation visible était la règle, il serait difficile d'en déduire que, à la même époque et en partant des mêmes individus, on puisse obtenir cinq ou six formes divergentes, dérivées d'un seul parent, telles que *gigas* et *nanella*, *lata* et *rubrinervis*, *oblonga* et *albida* et même *scintillans*.

D'autre part, les mutantes, qui constituent les premiers représentants de leur race, possèdent de suite tous les caractères du nouveau type dans leur complet développement. Pour les faire apparaître, il n'est pas besoin de suivre des séries de générations, ni de faire de la sélection, ni même de provoquer la lutte pour l'existence entre les formes. Dans la conférence précédente, j'ai indiqué que j'avais semé des graines des mutantes chaque fois qu'il était possible et que toujours j'avais obtenu la répétition du type initial. Il n'y a jamais de retour pas plus qu'il n'y en a dans le développement ultérieur du type nouveau. Même dans le cas particulier des formes instables dont une partie des individus retourne chaque année aux caractères des *Lamarckiana*, on ne trouve pas d'intermédiaires. Il en est ainsi pour le *lata* qui est femelle et ne peut être propagé qu'après croisement.

Alors que, surtout dans le dernier cas, il devrait, d'après l'opinion courante, y avoir des intermédiaires, on ne peut les observer. J'ai fait des cultures pédigrées de *lata* durant huit générations successives, les pollinisant de différentes façons, et toujours les cultures ne renfermaient que des individus soit *lata*, soit *Lamarckiana*. Les *lata* restaient des *lata* avec tous leurs caractères, les plus divers et les plus tranchés; ils n'ont jamais montré de tendance à retourner graduellement à la forme origine.

On pourrait peut-être s'attendre à ce que des formes intermédiaires, s'il ne s'en présente point dans le passage direct

d'une espèce à une autre, puissent se rencontrer sur des branches latérales. Dans ce cas, les mutantes d'une espèce, apparues dans la même année, n'appartiendraient pas à un type pur, mais montreraient différents degrés de déviation du caractère du parent. La meilleure méthode serait de les choisir pour obtenir le type nouveau à l'état pur. Toutefois, on n'a rien observé de semblable; toutes les mutantes *oblonga* étaient des *oblonga* purs; la culture pédigrée en a fourni des centaines dans les années suivantes, mais on n'a pu trouver aucune différence qui pût permettre d'en faire la sélection. Toutes les plantes d'une forme furent presque aussi identiques entre elles que les individus d'une espèce élémentaire quelconque formée depuis longtemps.

II. *Les nouvelles formes apparaissent à côté de la souche principale et se développent avec elle.*

La croyance courante concernant l'origine des formes est que les espèces se transforment lentement en d'autres espèces. On admet que la transformation affecte tous les individus dans le même sens et au même degré. Le groupe entier présente des modifications de caractères et acquiert de nouveaux attributs. Le croisement entre les individus maintient une ligne générale et commune de progrès, un seul individu n'étant jamais capable de dévier beaucoup des autres individus. La naissance de nouvelles espèces semblait entraîner nécessairement la mort des anciennes.

Il est toutefois difficile de comprendre cette dernière conclusion. Il est permis de prétendre que tous les individus d'une localité s'entrecroisent d'ordinaire et sont, de plus, soumis aux mêmes conditions externes. Il faut supposer qu'ils varient dans la même direction lorsque ces conditions changent lentement. Mais ce changement ne pourrait évidemment avoir aucune influence sur les plantes de la même espèce qui se développent dans une station éloignée et il serait bien peu probable que celles-ci seraient modifiées de la même façon. Nous pouvons en conclure que si une espèce se modifie et donne un type nouveau dans une station, la modification doit être seulement regardée comme celle d'une des nombreuses parties du groupe tout entier

et ne peut altérer, en quoi que ce soit, l'aspect des autres individus de l'espèce.

Mais les *Enothères* ne fournissent pas de preuves à l'appui de l'opinion générale, même avec cette dernière restriction. Il n'y a pas de changement lent, ni de changement brusque de tous les individus. Au contraire, la grande majorité des représentants de l'espèce ne sont pas modifiés. On en trouve des milliers qui, chaque année, reproduisent exactement les caractères du type initial, aussi bien dans le champ d'Hilversum que dans mon jardin. Il n'y a aucun danger que le *Lamarckiana* disparaisse par suite de la mutation, ni que la famille mutante elle-même soit pour cette cause exposée à une destruction complète.

Dans les vieilles familles polymorphes, telles que les *Draba* ou les *Hieracium*, on ne connaît pas de type moyen autour duquel les différentes formes soient groupées. Devons-nous en conclure que la souche générale est morte ? N'est-elle pas plutôt cachée dans la foule des formes dont elle ne se distingue par aucun caractère particulier ? Si nos *gigas* et nos *rubrinervis* croissaient en nombres égaux à la forme *Lamarckiana* dans le champ d'origine, est-ce qu'il serait possible de dire quelle est la forme qui a donné naissance aux autres ? Cette question pourrait être résolue évidemment par des expériences longues et fastidieuses de croisement, si toutefois de telles expériences faisaient apparaître des atavistes dans la descendance et par suite indiquaient l'ancêtre commun. Mais cette qualité même paraît douteuse et seulement liée à l'état de mutation ; elle disparaît avec lui. Donc si la période de mutation était terminée, il est probable qu'il n'y aurait aucun moyen de déterminer les relations de parenté qui unissent les espèces du groupe.

Ainsi l'absence d'une souche générale reconnaissable dans la foule des espèces élémentaires rend impossible la détermination du mode de leur origine commune.

Il semble y avoir encore une autre divergence, beaucoup plus importante peut-être, entre les hypothèses admises et mes propres résultats. On croit généralement que la transformation d'un groupe de plantes, vivant dans une même localité et fleurissant en même temps, doit être restreinte à

un seul type. Dans mes expériences, la forme initiale donne immédiatement naissance à plusieurs espèces nouvelles, montrant une longue série de formes à la même époque et dans les mêmes conditions.

III. *Les nouvelles espèces élémentaires montrent immédiatement une constance absolue.*

La stabilité n'est pas le résultat de la sélection, ni de l'amélioration. C'est une qualité propre aux formes nouvelles. Elle ne peut être obtenue par la sélection, si elle n'existe pas dès le début, et, si elle existe, elle n'a besoin d'être aidée, ni par la sélection naturelle, ni par la sélection artificielle. La plupart de mes espèces nouvelles, soumises à l'épreuve, se sont montrées constantes dès le début. Toutes les fois qu'il fut possible, les mutantes originales furent isolées pendant la floraison et autofécondées artificiellement; ces plantes ont toujours donné une descendance uniforme, tous les enfants ayant les caractères des parents. On n'a pu observer aucun ataviste et par conséquent la sélection ne fut point nécessaire, ni même possible.

Si on examine rapidement les différentes formes, on peut établir que la preuve expérimentale de cette assertion est fournie complètement pour l'origine des formes *gigas* et *rubrinervis*, pour l'*albida* et l'*oblonga*, et même pour le *nanella* qui doit être regardé comme une variété; l'expérience décisive manque pour le *lata* et elle ne peut être faite par suite de l'unisexualité de cette forme.

On a trouvé dans le champ d'Hilversum les *laevifolia* et les *brevistylis* qui jamais n'apparurent dans mes cultures. On n'a pu faire d'observations sur leur origine; les graines qui ont été semées proviennent seulement des générations postérieures à la mutation. Mais elles ont donné, à l'épreuve, des cultures uniformes et par suite ne fournissent aucune base à l'hypothèse que ces deux variétés plus anciennes aient pu se comporter autrement que celles qui ont une origine récente.

Les *scintillans* et les *elliptica* sont des exceptions à la règle; leurs caractères ne réapparaissent que sur une partie de leurs descendants, même en partant de semence pure.

Je me suis efforcé, mais en vain, de débarrasser la forme *scintillans* de cette hérédité incomplète. Les générations successives, même provenant des représentants purs des types nouveaux et après autofécondation, ont répété la disjonction dans les mêmes proportions numériques. L'instabilité paraît être une qualité aussi fixée que la stabilité dans les autres espèces. Ici, aucune sélection n'a été capable de modifier le caractère de la forme initiale.

IV. *Certaines des nouvelles lignées sont évidemment des espèces élémentaires, mais d'autres doivent être regardées comme des variétés régressives.*

Il est souvent difficile de dire si une forme donnée appartient à l'un ou l'autre de ces deux groupes. J'ai essayé de montrer que la notion la meilleure et la plus juste limite les variétés aux formes qui ont une origine probable régressive ou dégressive. Les espèces élémentaires doivent avoir été produites par progression, par addition d'une qualité nouvelle à celles qui étaient déjà acquises. Les variétés diffèrent nettement de l'espèce dont elles dérivent par un caractère, et c'est tantôt par l'absence nette de ce caractère, tantôt par l'acquisition d'un caractère que l'on peut observer dans d'autres espèces et dans d'autres genres.

La forme *laevifolia* se reconnaît à l'absence des ondulations des feuilles, le *brevistylis*, à la perte partielle de la qualité de l'ovaire supérieur des fleurs et le *nanella*, à son nanisme. Ces trois formes nouvelles doivent donc être considérées comme ne formant que des pas en arrière et non des progrès. Cette conclusion est complètement justifiée pour le *brevistylis* par quelques expériences de croisements qui suivent complètement les lois de Mendel et, dans un cas, pour la forme *nanella* qui se comporte de même lorsqu'on la croise avec le *rubrinervis*.

D'autre part, le *gigas* et le *rubrinervis*, l'*oblonga* et l'*albida* montrent évidemment les caractères des espèces élémentaires progressives. On ne peut pas les distinguer des *Lamarckiana* par un ou quelques caractères généraux; ils s'en séparent par presque tous leurs organes et pour tous à un degré défini quoique faible. On peut les reconnaître dès

qu'ils ont étalé leurs premières feuilles et ils restent distincts pendant toute la vie. Leurs caractères particuliers s'observent surtout sur les feuilles, mais le port et leurs graines mêmes présentent des particularités. Il n'y a pas le moindre doute que tous les caractères proviennent d'un changement principal, mais ce changement modifie les feuilles d'une façon, les fleurs d'une autre et les fruits d'une troisième manière, quoique la cause en reste obscure. Pour avoir une idée, si faible soit-elle, de la nature de ces modifications, nous ne pouvons mieux faire que de comparer les différences de nos *Cenothères* avec celles qui existent entre les deux cents espèces élémentaires de *Draba* et les autres cas analogues. En faisant ce rapprochement, nous sommes conduits à la même règle générale : presque tous les caractères montrent de légères différences.

V. *Les mêmes espèces nouvelles apparaissent en un grand nombre d'individus.*

C'est un fait très curieux, qui se décompose en deux points secondaires, à savoir, la multitude de mutantes semblables dans la même année, et la répétition des types dans les générations successives. Evidemment, ces deux points doivent être rattachés à quelque cause commune. Il faut croire que cette cause est à l'état latent dans les *Lamarckiana* de ma famille et probablement dans toutes, puisqu'aucune plante particulière ne semble être complètement dépourvue de mutabilité. De plus, les diverses causes de mutations différentes doivent dormir côte à côte dans la même plante parente. Elles obéissent aux mêmes lois générales, s'éveillent dans des conditions semblables, quoique certaines apparaissent plus facilement que d'autres. Les germes d'*oblonga*, de *lata* et de *nanella* paraissent d'une nature particulièrement irritable et sont mis en activité par la moindre provocation, tandis que ceux des *gigas*, des *rubrinervis* et des *scintillans* sont de beaucoup plus difficiles à éveiller.

Il faut croire que ces germes restent à l'état latent pendant un grand nombre de générations successives. Ce fait est particulièrement mis en évidence par les formes *lata* et *nanella* qui sont apparues dès la première année de la culture pédi-

grée et qui, depuis, sont trouvées chaque année ; on les a vues naître encore par mutation l'année dernière (1903). La forme *gigas* seule n'est apparue qu'une fois, mais il y a toute raison de croire que des semis plus considérables et des expériences prolongées la donneraient aussi une seconde fois.

Faut-il supposer que le nombre de ces germes est limité ou illimité ? Dans mes expériences, il s'est produit environ une douzaine de formes nouvelles et, sans doute, il serait facile d'en obtenir davantage s'il y avait une raison sérieuse de les rechercher. Mais des résultats qui portent sur un si petit nombre de formes sont loin d'être en faveur de l'hypothèse d'une mutabilité infinie. Le groupe des formes nouvelles possibles est, sans doute, nettement limité, en partie, par des particularités morphologiques du type *Lamarckiana* qui semblent éliminer les fleurs rouges, les feuilles composées, etc., en partie, sans doute par ce fait qu'il n'y a pas de raisons pour que l'étendue de la variation du début change de limites, car les mutations actuelles ne sont que la répétition des mutations antérieures et ne constituent pas des nouveautés par rapport à celles que nous avons déjà.

Nous sommes conduits à supposer qu'une cause commune et initiale a produit un certain nombre de changements mais que cette cause n'est plus active et qu'elle a laissé les seules qualités modifiées dans l'état de mutabilité.

Dans la nature, les mutations répétées doivent avoir une importance bien plus grande que les mutations isolées. Les chances pour qu'un seul individu soit détruit dans la lutte pour la vie sont très grandes. Chaque année, dans le champ d'Hilversum, il se forme des centaines de milliers de graines et cependant on ne peut observer qu'une faible augmentation du nombre des individus. La plupart des semences ne trouvent pas des circonstances favorables à la germination où bien les jeunes plantules sont détruites par le manque d'eau, d'air ou de place. Il s'en trouve des milliers qui sont si serrées à l'état de rosettes qu'un tout petit nombre seulement réussit à former des tiges. Tout état de faiblesse les aurait détruites. En fait, il est très facile de voir que les semences du champ se trouvent dans des conditions dé-

favorables; les semis soignés de semences que j'ai récoltées m'en ont donné souvent la preuve.

La démonstration expérimentale de la fréquente production des nouveaux types semble triompher des multiples difficultés soulevées par les théories admises sur l'origine probable des espèces en général.

VI. *La relation qui existe entre la mutation et la fluctuation* a toujours été une des difficultés capitales pour les disciples de Darwin. La plupart admettent que les espèces naissent par la lente accumulation de déviations faibles et fluctuantes et que les mutations ne doivent être regardées que comme des fluctuations extrêmes résultant, en général, de la sélection continue de faibles différences dans une direction constante.

Mes cultures donnent des résultats tout à fait opposés. Tous les organes et toutes les qualités du type *Lamarckiana* varient d'une manière fluctuante avec plus ou moins de netteté et ceux que j'ai eu l'occasion d'examiner avec plus de soin m'ont paru suivre les lois générales de la fluctuation. Mais les changements qui oscillent de cette façon n'ont rien de commun avec les mutations. Leur caractère essentiel consiste en l'accumulation de faibles déviations autour d'un type moyen et la présence de séries continues de déviations croissantes qui unissent les extrêmes. On n'observe rien d'analogue dans les mutations. Ici, il n'y a pas de formes moyennes autour desquelles on puisse grouper les individus; on ne voit que des extrêmes qui ne présentent aucun lien avec le type initial. On pourrait supposer qu'une étude plus complète de chaque mutation dévoilerait des analogies avec quelques-uns des caractères de la variation fluctuante; mais ce n'est pas le cas.

Les formes naines ne sont pas des variantes extrêmes de la structure du *Lamarckiana*, car les fluctuations de taille de celle-ci n'atteignent jamais et même n'approchent pas celles que montrent les individus nains. Il y a toujours une lacune entre les deux séries. Les individus les plus petits du type élevé sont d'ordinaire les plus faibles; ils montrent les relations connues et générales entre la nourriture et la variation,

mais, d'après la même règle, les nains les plus grands sont naturellement les individus les plus robustes de leur groupe.

La variation fluctuante est soumise, en règle générale, à la régression. Les semences d'un individu extrême fournissent une descendance qui fluctue non pas autour de ses parents directs, mais bien autour de quelque forme de la lignée qui est une combinaison, d'après le mot de Vilmorin, des caractères correspondants des parents et de leurs ancêtres. Les mutations ne sont jamais accompagnées de régression et ce caractère est peut-être celui qui permet d'établir le contraste le plus complet entre ces deux grands modes de variation.

La descendance de mes mutantes suit évidemment les lois générales de la variation fluctuante; elle varie toutefois autour de sa propre moyenne et cette moyenne n'est autre que le type de la nouvelle espèce élémentaire.

#### VII. *Les mutations se font dans presque toutes les directions.*

Beaucoup d'auteurs prétendent que l'origine des espèces est régie par des causes inconnues. Dans chaque cas particulier, ces causes agissent, prétendent-ils, pour l'amélioration des animaux et des plantes, en les modifiant de telle sorte qu'elles entraînent des variations utiles correspondant aux changements qui se sont produits dans le milieu ambiant. Il n'est pas facile de se rendre compte de la nature de ces influences, ni de comprendre comment elles peuvent fournir le résultat cherché.

Darwin s'était bien rendu compte de cette difficulté et on peut dire que l'un des points importants de sa théorie de la sélection est un effort pour la surmonter. Darwin essaya de substituer aux causes inconnues les agents naturels qui sont soumis à notre observation directe. Sur ce point, Darwin se montra supérieur à ses prédécesseurs et c'est surtout grâce à la notion claire de cette cause que sa théorie a réussi à être acceptée par tous. D'après Darwin, il se produit des changements dans toutes les directions et indépendamment des circonstances immédiates. Certains changements sont utiles, d'autres nuisibles, mais il y en a beaucoup qui n'ont pas d'importance, n'étant ni avantageux, ni désavantageux. Certaines formes seront tôt ou tard détruites, tandis que

d'autres survivront et la survivance dépend évidemment des changements particuliers qui s'accordent ou non avec les conditions du milieu. C'est ce que Darwin a appelé la lutte pour la vie. C'est un grand crible qui n'agit que comme un crible; il y a des formes qui tombent et sont détruites; il y en a qui restent et sont sélectionnées, comme on dit. Bien des formes sont sélectionnées, mais il y en a encore davantage qui sont détruites; les observations de chaque jour ne laissent aucun doute à cet égard.

Mais l'origine même des différences est une toute autre question; elle n'a rien à faire avec la théorie de la sélection naturelle, ni même avec la lutte pour la vie. Cette dernière ne joue de rôle actif que dans l'accumulation des qualités utiles et seulement dans la mesure où elle protège les individus qui montrent ces caractères utiles dans leur lutte avec leurs compétiteurs moins bien constitués.

Toutefois, les caractères différentiels des espèces élémentaires sont toujours très peu accusés. Comme ils diffèrent des belles adaptations présentées par les Orchidées, les plantes insectivores et tant d'autres exemples! Ici, les différences consistent en l'accumulation de nombreux caractères élémentaires qui tous tendent au même but. Le hasard les a produites, mais elles sembleraient absolument improbables et même impossibles sans la théorie ingénieuse de Darwin. Le hasard est intervenu, mais pas plus ici que dans tout autre cas. Ce n'est pas le seul hasard qui a produit des variations dans les directions convenables. Les variations se font, comme le pensait Darwin, dans toutes les directions, ou du moins dans beaucoup de directions. S'il s'en trouve d'utiles qui se reproduisent un certain nombre de fois, l'accumulation est possible; sinon, il n'y a point de progression et le type reste stable durant des siècles. La sélection naturelle agit sans cesse comme un crible qui élimine les variations inutiles et conserve les améliorations réelles. De là résultent les variations accumulées dans des directions en apparence favorisées et aussi les adaptations toujours croissantes qui conduisent à des conditions de vie plus spécialisées. Il doit sembler évident à tous ceux qui peuvent se libérer des idées courantes que cette théorie de la sélection naturelle ne

résout pas la question de l'origine même des variations et la laisse entière. Il y a deux solutions possibles que Darwin d'ailleurs a déjà proposées; c'est, d'une part, l'accumulation de faibles déviations dues à la variation fluctuante, d'autre part, la répétition, à des époques successives, de variations brusques, ou sports, modifiant les formes dans le même sens.

On donnera, dans les conférences suivantes, un exposé critique et comparé des deux hypothèses. Aujourd'hui, je veux seulement montrer que les mutations des *Cenothères*, quoique soudaines, répondent aux besoins de la théorie de Darwin en ce qui concerne la nature de la variation qu'il faut admettre comme cause de l'évolution et de l'origine des espèces.

Certains de mes nouveaux types sont plus vigoureux (*gigas*), d'autres plus faibles (*albida*); il y en a qui ont les feuilles plus larges (*lata*), d'autres plus étroites (*oblonga*); les fleurs sont plus grandes (*gigas*), ou d'un jaune plus foncé (*rubrinervis*), ou plus petites (*scintillans*) ou d'une teinte plus pâle (*albida*). Dans quelques cas, les fruits sont allongés (*rubrinervis*), ou épais (*gigas* ou plus arrondis (*lata*), ou petits (*oblonga*), ou presque dépourvus de semences (*brevistylis*). Les ondulations des feuilles peuvent augmenter comme dans le *lata* ou diminuer comme dans le *laevifolia*. La tendance à être annuelle domine dans le *rubrinervis*, à être bisannuelle dans le *gigas*. Certains sont riches en pollen, tandis que le *scintillans* en est pauvre. Il y en a qui ont des semences grosses, d'autres, petites. Le *lata* est purement femelle, tandis que le *brevistylis* a presque complètement perdu la faculté de donner des graines. Quelques formes que je n'ai point décrites furent tout à fait stériles et j'en ai observé qui n'ont produit aucune fleur. De cet exposé, il résulte que presque toutes les qualités varient dans des directions opposées et que notre groupe de mutantes fournit un matériel très considérable pour l'action du crible de la sélection naturelle.

Sur le champ d'Hilversum, le *laevifolia* et le *brevistylis* ont persisté pendant seize ans et vivront probablement davantage sans toutefois être capables de prendre une exten-

sion notable; d'autres ont péri dès qu'ils ont fait leur apparition; parfois aussi un petit nombre d'individus seulement a pu fleurir, mais sans laisser probablement aucune descendance. Mais les circonstances peuvent changer; toute la famille peut être dispersée et répandue dans de nouvelles stations soumises à d'autres conditions. Quelques-unes de ces stations pourront être favorables au développement du robuste *gigas* ou du *rubrinervis* qui a besoin d'une atmosphère plus sèche, avec des pluies au printemps et du soleil pendant l'été. Il serait intéressant de voir si le climat de la Californie, où l'on ne trouve à l'état sauvage, ni *O. Lamarckiana*, ni *O. biennis*, ne fournirait point un milieu exactement favorable au développement des nouvelles espèces *rubrinervis* et *gigas*.

Toutes les espèces d'*Oenothera* qui poussent en Europe proviennent des jardins où elles ont été introduites d'Amérique; mais, actuellement, il y en a beaucoup qui y sont aussi bien acclimatées que les meilleures espèces indigènes et dont on ne pourrait les distinguer, si l'on avait oublié leur origine véritable. De même, tôt ou tard, les nouveaux types trouveront ailleurs un terrain convenable et contribueront à enrichir la flore d'autres contrées, de même que d'autres espèces introduites l'ont déjà fait.

---

## VINGTIÈME CONFÉRENCE

### ORIGINE DES ESPÈCES ET DES VARIÉTÉS DE PLANTES SAUVAGES

De nouvelles espèces et de nouvelles variétés apparaissent de temps en temps à l'état sauvage. Même si on laisse de côté toutes les conceptions théoriques sur l'origine commune des espèces en général, il n'en est pas moins certain qu'on rencontre parfois de nouvelles formes. Dans le cas de la Linaire péloriée, les mutations sont assez nombreuses pour paraître tout à fait régulières. La production de nouvelles espèces d'*Cenothères* fut observée à la fois sur le champ d'Hilversum et dans le jardin expérimental. Il n'y a pas de raison de penser que ces exemples sont isolés; au contraire, ils semblent se produire souvent dans la nature.

Si l'on admet cette hypothèse, il faut se demander de suite comment nous devons traiter les cas analogues lorsque le hasard nous les présente et aussi ce que l'on peut essayer d'apprendre par leur étude.

Un examen critique des preuves acquises semble avoir une grande importance à la fois pour trouver la meilleure façon de traiter les faits nouveaux et aussi pour déterminer la valeur des facteurs en cause. Il est évident que nous devons prendre de grands soins et de grandes précautions dans l'examen des nouveaux faits qui se présenteront à notre attention et que tous les efforts doivent tendre à mettre en lumière des preuves nouvelles. Bon nombre d'anomalies végétales sont si rares qu'on ne les rencontre que par le plus grand des hasards et qu'on les considère comme complètement nouvelles. Lorsqu'une variété blanche de quelque plante commune se présente à nos yeux pour la première fois, nous pensons généralement qu'elle a pris naissance dans cet endroit même et probablement depuis peu de

temps. La découverte d'une seconde station de la même variété entraîne la question de savoir si les deux formes ont une origine commune. Les plantes de la seconde localité ne proviennent-elles point de graines transportées de la première station ?

Il n'est pas rare de trouver des variétés blanches d'un grand nombre d'espèces de Campanules, de Gentianes ou de Bruyères; en Europe, on en rencontre à la fois dans les deux espèces, *Erica Tetralix* et *Calluna vulgaris*. On voit aussi des formes blanches dans beaucoup de stations des espèces à fleurs colorées de *Brunella vulgaris*, *Ononis repens*, *Thymus vulgaris*. En Autriche, on rencontre souvent des formes péloriées de Labiées, mais elles sont rares en Hollande; les Myrtilles (*Vaccinium Myrtillus*) à fruits blancs se trouvent dans beaucoup de localités d'Europe et presque toutes les espèces de la grande famille des Bruyères, dont les fruits sont des baies, sont signalées comme ayant des variétés à fruits blancs.

Est-ce que nous pouvons admettre, pour tous les représentants de l'une de ces variétés, une origine unique comme nous avons coutume de le faire pour tous les représentants d'une espèce sauvage? Ou bien faut-il croire que la même mutation s'est produite à des époques différentes et dans des localités éloignées? Si des mutations distinctes peuvent apparaître une fois dans des espèces déterminées, pourquoi ne réapparaîtraient-elles pas deux ou trois fois?

Il peut arriver qu'une variété nous semble nouvelle seulement parce que l'endroit où elle se développe avait jusqu'ici échappé à l'observation. Le *Lychnis Preslii* est une variété glabre du *Lychnis diurna* qui fut observée pour la première fois en 1842 par Sekera; elle poussait en abondance dans un petit bois près de Münchengratz, dans la Hongrie méridionale; elle était accompagnée du type ordinaire de l'espèce, couvert de poils. Depuis, on a remarqué qu'elle est tout à fait stable dans cette station et récemment le docteur Nemeč, de Prague, m'en a envoyé quelques échantillons. On n'a découvert jusqu'ici aucune autre station de cette variété et il n'est pas douteux qu'elle soit née du *Lychnis* ordinaire près de l'endroit où elle croît encore. Mais la varia-

tion peut s'être produite quelques années avant la première découverte, ou bien il y a un siècle ou davantage. On ne pourrait le savoir que s'il était prouvé que la station fut étudiée antérieurement avec attention et que la variété n'y fut pas rencontrée. Dans ce cas, on pourrait sans doute en déduire l'époque approximative de la variation, mais on n'apprendrait rien sur la véritable nature du changement.

Il en est souvent ainsi. Si la variété est observée en un nombre assez grand d'individus à l'époque de la première découverte et si la station n'a pas été étudiée antérieurement, elle se présente comme une vieille forme à aire d'extension limitée et on ne peut apprendre que peu de chose sur les circonstances qui ont accompagné sa naissance. Au contraire, si la forme se présente en un tout petit nombre d'individus ou même en un seul individu et si la station est telle qu'elle ait pu à peine échapper à des observations antérieures, alors on peut croire avec quelques raisons à son origine récente.

Quels sont les faits qu'il faut étudier en de telles circonstances, pour donner à la découverte une valeur scientifique ? Pour moi, il y a trois points qui ont une très grande importance : le premier, c'est la stabilité du nouveau type ; le second, la présence ou l'absence de types intermédiaires ; le troisième, et ce n'est pas le moins important, consiste en l'observation directe d'une production répétée.

Les deux premiers points sont faciles à comprendre. Le botaniste s'intéressera tout de suite à la découverte de types intermédiaires qui unissent le nouveau type à son ancêtre supposé et plus commun. Souvent, et nous pouvons même dire de suite que c'est le cas général, on ne rencontre pas ces intermédiaires. C'est un fait de la plus haute importance qui ne trouve que deux explications. D'une part, des intermédiaires ont pu précéder la forme existante, puis disparaître. Mais pourquoi seraient-ils morts, surtout dans le cas de changements récents ? D'autre part, le manque d'intermédiaires peut s'expliquer simplement par ce fait qu'ils n'ont jamais existé. La variation s'est produite par un changement brusque, analogue aux mutations décrites dans les conférences précédentes. Il est évident que l'hypo-

thèse de l'existence présumée d'intermédiaires ne peut avoir quelque valeur que si on les a rencontrés dans certains cas; puisqu'on ne les a point rencontrés, l'hypothèse semble complètement dénuée de fondement.

Le second point de notre étude concerne la stabilité du nouveau type. Il faut récolter des graines et les semer. Si les plantes se fécondent d'elles-mêmes, sans l'intervention d'insectes, comme cela se passe pour quelques *Cenothères*, on peut admettre que les semences récoltées dans la station d'origine sont complètement pures, et, si cela est, elles donnent naissance à une progéniture uniforme; l'expérience prouve la constance de la race pourvu que des essais répétés ne montrent point d'exceptions. Si les descendants appartiennent à plus d'un type, il faut toujours supposer que la cause la plus probable de la variation est un croisement et il faut l'empêcher pour obtenir des semis de graines pures.

Des expériences de cette nature, faites dans le jardin, et des épreuves répétées doivent être combinées pour aboutir à la découverte d'une mutation présumée. Dans beaucoup de cas, les auteurs se sont rendu compte de l'importance de ces épreuves et ont prouvé la constance des nouveaux types dès le début de leur découverte. Beaucoup de formes n'ont montré ni retour, ni même de retour partiel; ce fait renforce d'une manière précise le premier point de notre discussion et rend encore plus improbable l'hypothèse d'un développement lent et gradué du caractère.

Le troisième point est d'une toute autre nature et n'a pas encore été traité jusqu'ici; mais, comme il me semble que c'est le point capital du problème, il est nécessaire de l'exposer en détails. Il ne concerne pas le type nouveau lui-même, ni aucun de ses caractères morphologiques ou héréditaires, mais il consiste en l'étude des ancêtres présumés.

Dans mes expériences, la *Linaire péloriée* apparut trois fois dans la même famille. Trois individus différents de ma race initiale ont montré une tendance à produire des *pélories* par mutations et elles le firent pour un certain nombre de leurs graines, tout comme les mutations des *Cenothères* qui se sont répétées presque chaque année. Par suite, il faut

admettre que, partout où nous trouvons une nouveauté qui est réellement de date récente, il est possible de voir la lignée qui l'a produite la fournir encore à la même place.

Dans le cas des arbustes ou des plantes vivaces, on peut encore trouver les véritables parents; mais il semble probable, et ce fait est prouvé en particulier dans le cas des *Cenothères*, que tous les représentants ou la majorité des représentants de la famille entière ont la même tendance à muter. Si cette règle était générale, il suffirait de prendre quelques semences pures sur des échantillons des parents présumés, de les semer et de multiplier les individus sur une échelle assez grande pour que la mutation ait des chances de se reproduire.

Malheureusement cette épreuve n'a pas encore été faite; mais, à mon avis, ce doit être le premier effort de toute personne qui a le bonheur de découvrir une nouvelle mutation à l'état sauvage. Il faut transporter des échantillons des parents au jardin expérimental et les féconder après les avoir isolés. Les semences prises sur les plantes sauvages ont peu de valeur, puisqu'il est possible qu'elles aient été en partie fécondées par le type nouveau.

Après cette discussion quelque peu longue de la valeur des observations qui accompagnent la découverte d'une mutation nouvelle à l'état sauvage, nous passons maintenant à la description de quelques-uns des cas les plus intéressants. Comme premier exemple, je prendrai celui de la Bourse à pasteur à fruits ronds décrite par Solms-Laubach sous le nom de *Capsella Heegeri*. Le professeur Heeger découvrit une plante à fruits anormaux dans un groupe de Bourses à pasteur communes qui poussaient à l'automne de 1897 sur la place d'un marché, près de Landau, en Allemagne. Les fruits étaient presque sphériques au lieu d'être plats et en forme de bourse; leurs valves étaient épaisses et charnues, tandis que celles de la forme ordinaire sont membraneuses et sèches. Les capsules s'ouvraient avec peine et par suite différaient par ce caractère de celles de la Bourse à pasteur dont les deux valves tombent aisément dès la maturité.

On n'a observé qu'une seule plante et on n'a pu ni déterminer son origine, ni savoir si elle provient ou non des

pieds voisins de *Capsella*. Le professeur Heeger sema quelques graines dans son jardin et en envoya d'autres au jardin botanique de Strasbourg, dirigé par Solms-Laubach. La majorité des graines sont naturellement tombées sur la station originale; l'année suivante, quelques-unes de ces semences germèrent et reproduisirent la nouveauté; les feuilles, les tiges et les fleurs ressemblent à celles de la Bourse à pasteur commune et on ne peut reconnaître la nature de l'individu avant que les premières fleurs soient flétries et que les capsules rondes se soient formées; alors on voit que la *Capsella Heegeri* se conserve fidèle par semis. On put le vérifier à la fois dans le jardin expérimental et sur la place du marché où on a observé que la forme s'était multipliée et avait pris une certaine extension. On fit les mêmes observations l'année suivante, mais, plus tard, la place fut couverte de cailloux et toutes les plantes, détruites. Depuis, on ne l'a pas signalée à l'état sauvage.

On n'a pas rencontré de formes intermédiaires. A l'automne, on peut bien observer quelques légères tendances au retour sur les branches latérales les plus petites et les plus faibles. Cependant ces retours paraissent très rares et j'ai essayé en vain de les produire sur des individus à branches vigoureuses et nombreuses, soit en apportant toutes les modifications possibles à la fumure, soit en taillant les plantes pour stimuler la production de séries successives de branches latérales plus faibles.

Les expériences directes de Solms-Laubach, que j'ai répétées dans mon propre jardin, pendant plusieurs années, avec des graines que j'avais reçues de lui, ont montré la constance de la forme. Parmi plusieurs centaines de plantes qui se sont développées jusqu'à la fleur, on n'a pas trouvé d'ataviste, ni de faux ataviste.

Il est important de noter que, dans la famille des Crucifères, la forme de la capsule et les caractères des valves et des graines sont généralement regardés comme définissant des genres et ce point a été l'objet d'une étude détaillée de Solms-Laubach; toutefois, il n'y a pas de raisons suffisantes pour créer un nouveau genre pour la Bourse à pasteur à fruits globuleux; c'est une espèce élémentaire véritable et

même une bonne espèce systématique ; Solms-Laubach l'a décrite comme telle en lui donnant le nom du savant qui l'a trouvée.

Différents auteurs ont fait de temps en temps des découvertes analogues avec d'autres plantes. Près de Wageningen, en Hollande, j'ai trouvé en 1889 la forme *Stellaria Holostea apetala*, et près de Horn in Lippe, en Allemagne, la *Capsella Bursa-pastoris apetala*, toutes deux en un tout petit nombre d'individus groupés au même endroit. On ignore naturellement si ce sont des mutations ou des introductions. Mais, vers la même époque, j'ai découvert près d'Hilversum, en Hollande, une variété glabre du *Lychnis diurna* qui constituait, dans un champ, un petit groupe d'individus où le type poilu était commun. Semé dans mon jardin, il s'est montré pur et stable, sans intermédiaires. Comme j'avais déjà étudié cette station à plusieurs reprises et avec soin, je pense avoir le droit d'affirmer que j'ai récolté les premiers individus de la variété. Le pied fut bientôt recouvert par les buissons qui l'entouraient et il mourut ; par suite, il n'a été possible de cultiver que les descendants comme dans le cas de la Bourse à pasteur.

Une particularité très intéressante de quelques *Œnothères* et de leurs alliées fournit un exemple très curieux de mutations spontanées. Cette particularité consiste en ce que les pétales restent petits et prennent une forme linéaire. Ce caractère est spécifique pour l'*Œnothera cruciata*. Cette plante doit son nom à la forme des pétales dont l'ensemble constitue une fleur ayant la forme de croix grêle au lieu de s'étaler en une coupe d'un jaune brillant. L'*O. cruciata* croît dans les monts Adirondacks, dans les Etats de New-York et de Vermont, où elle semble abondante. Elle a été introduite dans les jardins botaniques où elle a donné un certain nombre d'hybrides, surtout avec *O. Lamarckiana* et *O. biennis*. On trouve les pétales étroits de l'espèce parente combinés au port végétatif des deux dernières espèces citées. L'*O. cruciata* a un feuillage pourpre tandis que l'*O. biennis* et *Lamarckiana* sont vertes. Un grand nombre des hybrides peuvent être reconnus immédiatement à leur couleur pourpre.

Il ne faut pas regarder le caractère curieux des pétales

comme une simple réduction de taille. L'étude anatomique a montré que ces pétales étroits portent quelques caractères qui sont, sur les plantes normales, particuliers au calice. Les stomates et les poils, la structure tout entière des tissus superficiels et internes de certaines parties des pétales sont exactement semblables à ceux des sépales, tandis que d'autres parties ont conservé les caractères des pétales. Parfois, on peut même voir à l'œil nu des stries longitudinales vertes, ayant la structure de celles du calice, qui alternent avec les parties pétaloïdes d'un jaune brillant. Pour ces raisons, le caractère *cruciata* peut être regardé comme un cas de sépalodie des pétales, c'est-à-dire de métamorphose partielle des pétales en sépales. Il importe de noter que cette monstruosité est extrêmement rare dans tout le règne végétal et que l'on n'en a signalé qu'un très petit nombre de cas. J'ai eu connaissance de deux exemples de mutation brusque qui ont produit la même anomalie. L'un d'eux a déjà été cité ; il est relatif à l'*Oenothera* commune, *O. biennis* ; et l'autre concerne une espèce appartenant à un autre genre de la même famille, la grande *Épilobe* poilue, ou *Epilobium hirsutum*. Je propose de désigner ces deux formes nouvelles par les noms de variété *cruciata* ou *cauciatum*.

On trouva l'*Oenothera biennis cruciata* dans une station d'*O. biennis*. Il n'y avait qu'une seule plante, qui montrait les caractères *cruciata* sur toutes les fleurs. A tous les autres points de vue, elle était identique au *biennis*, en particulier en ce qui concerne la couleur verte de ses feuilles, ce qui détruit immédiatement toute hypothèse d'une origine hybride par le croisement de l'*O. biennis* avec l'*O. cruciata*. D'ailleurs, dans notre pays, cette dernière espèce n'est connue que dans les jardins botaniques où elle est cultivée.

On ne trouva point d'intermédiaires et comme la plante portait quelques fruits, il fut possible de faire l'épreuve de sa stabilité. J'ai obtenu environ cinq cents plantes dont plus de cent ont fleuri la première année ; les autres ont été en partie conservées pendant l'hiver et fleurirent l'année suivante. On fit des récoltes de graines sur les deux séries qui furent semées en grande quantité. Les descendants de la plante initiale vinrent fidèles au type nouveau sans exception,

aussi bien dans la première génération que dans les générations suivantes. Alors que des formes intermédiaires sont fréquentes dans les cultures d'hybrides et que leurs caractères sont très variables, je n'ai pu observer ces particularités dans la progéniture de la forme mutante. Toutes les plantes sont identiques à l'*O. biennis*, sauf pour le seul caractère des pétales.

John Raser découvrit l'*Epilobium hirsutum cruciatum* à Bury Saint Edmonds, près de Woolpit, en Angleterre. Il fleurissait en un seul endroit, produisant environ une douzaine de tiges au milieu d'une grande quantité d'individus de l'espèce parente qui est très commune en ce pays, comme d'ailleurs partout en Europe. Cette espèce est vivace; elle se multiplie spontanément par des stolons souterrains et les tiges de la nouvelle variété étaient si voisines les unes des autres qu'on pouvait les regarder comme formant les pousses d'un seul individu. Dans ce cas, cet échantillon serait probablement la mutante initiale, car la variété n'avait jamais été vue en cet endroit durant les années précédentes et on n'en a pas trouvé ailleurs dans le voisinage.

On n'a pas observé d'intermédiaires, quoique les différences d'aspect soient très frappantes. Dans les fleurs en forme de croix, les pétales larges et d'un violet brillant de l'espèce semblent à première vue manquer complètement. Ils sont trop faibles pour étaler le calice et le courber comme dans les fleurs normales. Les sépales adhèrent les uns aux autres et ne sont écartés qu'à leur sommet par les styles saillants. Les étamines elles-mêmes sont à peine visibles. En pleine floraison, les fleurs donnent l'illusion de boutons non ouverts, couronnés par les stigmates très apparents et en forme de croix blanche. On aurait reconnu immédiatement toute forme intermédiaire à ses pétales plus larges et colorés faisant saillie hors de l'étui formé par le calice. Les pétales de la forme *cruciata* sont petits et linéaires, verdâtres, et rappellent par suite la couleur des sépales.

Mr. Raser m'ayant envoyé quelques fleurs et quelques fruits mûrs de cette forme nouvelle, j'en ai semé les graines dans mon jardin expérimental où beaucoup de plantes fleurirent en 1902 et 1903, portant plusieurs milliers de fleurs.

Toutes les plantes et toutes les fleurs reproduisirent exactement le type crucié et je n'ai pu observer la plus légère impureté, ni même la moindre tendance à un retour partiel. Ainsi des variétés stables et constantes cruciées se sont produites accidentellement et ont été observées sur les plantes initiales; à cause de leurs caractères très curieux, il n'y a pas de doute qu'elles ne soient conservées dans les jardins botaniques, même si elles disparaissent éventuellement dans les stations d'origine.

A ce propos, je pourrais citer une autre observation faite sur l'espèce sauvage *Oenothera cruciata* des monts Adirondaks. Le Dr Mac Dougal, directeur du Jardin botanique de New-York, a eu l'amabilité de m'en envoyer des graines, récoltées à Sandy Hill, près du Lac George. Lorsque les plantes obtenues de ces semences fleurirent, elles ne constituèrent pas un lot uniforme, mais montrèrent deux types distincts. Certains individus avaient des pétales linéaires et des boutons floraux minces; sur d'autres, les pétales étaient un peu plus larges et les boutons plus épais. Les différences étaient faibles, mais constantes sur toutes les fleurs et chaque individu isolé appartenait nettement à l'un ou à l'autre type. Il est probable que, dans cette station, il y avait un mélange de deux espèces élémentaires; mais il reste à voir si l'une des formes est l'espèce systématique et l'autre une mutation.

Il ne semble pas que la série de variations que peut fournir l'*O. cruciata* se limite à ces deux types. Le Dr B. L. Robinson de Cambridge, Mass., a eu l'obligeance de m'envoyer des graines d'une autre station de la même région. Les graines furent récoltées dans le New Hampshire et, semées dans mon jardin, elles ont fourni une forme *cruciata* véritable et constante montrant des caractères secondaires très différents de ceux des deux variétés décrites plus haut. Les tiges et les grappes florales et même toutes les feuilles sont de beaucoup plus allongées et le calice tubulé des fleurs est notablement plus grêle. Il est probable que l'*O. cruciata* renferme un groupe d'unités de second ordre, peut-être même une foule d'espèces élémentaires, et il est possible que la famille initiale se trouve encore maintenant en état de mutation. Une étude approfondie de cette

espèce faite dans le pays d'origine révèlerait sans doute beaucoup de particularités inattendues.

On a déjà décrit dans une conférence précédente une variété très intéressante, le *Xanthium Wootoni*, découvert dans les environs de Las Vegas, New Mexico, par T. D. A. Cockerell. Il ressemble à tous les points de vue au *X. commune*, mais les capsules sont plus allongées et les épines beaucoup moins nombreuses et d'ordinaire plus fortes à la base. Il se développe dans les mêmes stations que le *X. commune* et on ne l'a pas rencontré ailleurs. Il est impossible de dire naturellement s'il dérive d'une variété ancienne ou d'une mutation récente. Dans les cultures que j'ai faites, dans mon jardin, de graines envoyées par M. Cockerell, j'ai observé (1903) que les deux formes ont une sous-variété à feuillage brun et en plus une autre variété d'un vert pur. Il se peut que cette espèce aussi soit actuellement en état de mutation.

Il est peut-être permis de faire la même affirmation en ce qui concerne le joli arbuste *Hibiscus Moscheutos* dont John W. Harshberger a observé un très grand nombre de types divergents. Ils croissent dans une petite prairie de Seaside Park, New Jersey, dans une station qu'on laisse intacte depuis des années. Les diverses formes montrent des variations dans presque tous les organes, dans la taille et le diamètre des tiges qui sont tantôt ligneuses, tantôt plus ou moins charnues, dans la forme des feuilles et des fleurs. On a pu distinguer plus de vingt types dont on a récolté les semences pour voir s'ils sont stables ou si l'on peut découvrir parmi eux une souche principale en état de mutation. Si on réussit à la mettre en évidence, les relations observées entre les formes seront probablement analogues à celles qui unissent les *O. Lamarchiana* à leurs espèces dérivées.

Beaucoup d'autres variétés sont nées de temps à autre dans les espèces types, dans des conditions analogues. Marchant découvrit en 1719 une Mercuriale à feuilles de Fougère, *Mercurialis annua laciniata*; le type était inconnu à cette époque et s'est maintenu pendant des années. La Belladone à fruits jaunes ou *Atropa Belladonna lutea* fut trouvée, vers 1850, en Allemagne, en un seul point de la Forêt noire et depuis on l'a

multipliée par graines ; elle est actuellement répandue dans les jardins botaniques où elle paraît être tout à fait stable. Vers 1895, W. W. Tracy vit apparaître, par variation brusque, une variété naine de Haricots provenant du type de taille ordinaire *Phaseolus lunatus*. On pourrait citer beaucoup de cas semblables.

Les plantes annuelles ne constituent pas un matériel très favorable à la découverte de formes nouvelles dans la nature. Il peut apparaître de nouvelles variétés, mais elles peuvent être détruites dès la première année de leur existence. On a plus de chances de les rencontrer parmi les plantes vivaces et plus encore parmi les arbrisseaux et les arbres. Un seul individu aberrant peut vivre pendant des années et même des siècles et, dans ces conditions, il est presque certain qu'il sera découvert tôt ou tard. Il ne faut donc pas s'étonner que l'on ait signalé un grand nombre d'exemples de ce genre. Ils ont ce fait en commun que la plante initiale de la variété a été trouvée au milieu d'une grande quantité de représentants de l'espèce correspondante. On ne sait naturellement rien de précis sur leur origine. En général, on ne trouve point de formes intermédiaires et leurs graines, dont on a fait souvent l'épreuve par des semis, n'ont pas donné des résultats certains, car on n'avait pas pris soin de préserver les fleurs d'un croisement avec les formes parentes.

Il faut insister sur un caractère particulier à ces exemples curieux. Il est arrivé assez fréquemment de trouver la même nouveauté deux ou trois fois et même plus souvent dans des conditions qui rendent très peu probable l'existence d'une relation entre elles. La même mutation doit s'être produite à plusieurs reprises dans la même espèce principale.

Le plus intéressant de ces exemples est fourni par l'origine du Hêtre pourpre qui est maintenant cultivé partout. J'ai pris les documents suivants dans une intéressante étude historique du professeur Jäggi. Il cite trois stations d'origine. La première se trouve dans les environs du village suisse Buch am Insel. Durant le xvii<sup>e</sup> siècle, il se développait, dit-on, cinq Hêtres pourpres en cet endroit ; quatre sont morts, mais il en reste un. Les plantules développées autour

de ce massif ont été d'ordinaire déterrées et repiquées dans les jardins voisins. On ne sait rien sur l'origine véritable de ces plantes, mais, d'après un document ancien, il semble que vers 1190 les Hêtres pourpres de Buch jouissaient déjà de quelque renommée et attireraient, grâce à une légende ancienne, un grand nombre de pèlerins. L'église d'Embrach a été construite, dit-on, à propos de cette légende et fut pendant beaucoup de siècles un lieu de pèlerinage.

On a trouvé une seconde localité originale du Hêtre pourpre en Allemagne, aux environs de Sondershausen, en Thuringe, dans une forêt qui renferme un joli groupe de ces arbres; il en est fait mention vers le début de la seconde moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle, mais il doit y avoir eu de vieux échantillons de cet arbre longtemps avant cette époque. La troisième station paraît être d'origine beaucoup plus récente; elle se trouve dans une forêt des environs de Roveredo, dans le Tyrol, où on a construit une nouvelle Université; il y a un siècle environ que les premiers individus de Hêtres pourpres y furent découverts.

Comme il est peu probable que les Hêtres pourpres des deux stations nommées en dernier lieu proviennent de la forêt citée tout d'abord, il semble raisonnable d'admettre que la variété s'est produite au moins trois fois.

Le Hêtre pourpre est actuellement un arbre très répandu dans les jardins. Jäggi a réussi à montrer que toutes les plantes cultivées dérivent des arbres décrits plus haut et proviennent presque toutes, à l'exception de celles des environs de Buch, des arbres de Thuringe. On les multiplie facilement par greffes et ils se reproduisent par semis, du moins fréquemment, en forte proportion. On n'a pas encore essayé si les arbres des stations d'origine donneraient une descendance pure après avoir été fécondés avec leur propre pollen. Les jeunes plantules ont des cotylédons pourpres et il est facile d'en faire la sélection à l'aide de ce caractère qui semble, d'ailleurs, être toujours modifié dans une large mesure par le vicinisme.

On pourrait donner beaucoup d'autres exemples d'arbres et d'arbustes trouvés en échantillons isolés et formant une nouvelle variété à l'état sauvage. On a rencontré le Hêtre à

feuilles de Chêne dans une forêt de Lippe-Detmold, en Allemagne, et près de Versailles, d'où Carrière l'introduisit en horticulture. Il semble que des arbustes à feuilles divisées et laciniées soient observés plus souvent à l'état sauvage; on a signalé à Rouen, en France, des Noisetiers à feuilles déchiquetées; en Suède et en Laponie, des Bouleaux et des Aulnes laciniés; ces derniers ont été rencontrés, dit-on, dans plusieurs forêts. L'Épine-vinette à feuilles pourpres fut trouvée en 1830 par Bertin, près de Versailles. En Angleterre et en Allemagne, on a observé des Frênes sauvages pleureurs; et on a signalé des Chênes à branches dressées en balai, *Quercus pedunculata fastigiata* dans le Hessen-Darmstadt, la Calabre, les Pyrénées et ailleurs encore. L'origine véritable de toutes ces variétés n'est pas le moins du monde connue.

Le Fraisier monophylle est une variété qu'on voit souvent dans les jardins botaniques et qu'il est facile de multiplier par des coulants. On le découvrit à l'état sauvage, en Laponie, à l'époque de Linné et il apparut ensuite d'une manière inattendue dans une pépinière près de Versailles. Ce fut vers 1760, et Duchesne qui fit l'épreuve des semences a trouvé qu'il était stable; toutefois cette famille paraît avoir été connue avant la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle. Dans un tableau de Holbein (1495-1543), on peut voir des feuilles de Fraisiers qui offrent exactement les caractères du type monophylle. On peut donc admettre que la variété est apparue au moins trois fois à des époques différentes et dans des stations éloignées.

De l'ensemble de ces faits et d'un bon nombre d'autres que l'on peut trouver dans la littérature botanique et horticole, on peut déduire que les mutations ne sont pas aussi rares dans la nature qu'on le suppose souvent. De plus, on peut conclure qu'en règle générale elles ne sont pas accompagnées, ni précédées de formes intermédiaires et qu'elles sont ordinairement stables par semis dès le début de leur découverte.

S'il en est ainsi, pourquoi ne les rencontre-t-on pas plus fréquemment? A mon avis, c'est la lutte pour l'existence qui est la cause de leur rareté apparente; ce n'est pas autre

chose que la mort prématurée de tous les individus qui, dans leur variation, dévient du type commun de leur espèce de telle sorte qu'ils sont incapables de se développer dans les mêmes conditions. Il est bien évident qu'il importe peu que ces déviations soient le résultat de fluctuations ou de mutations. Aussi nous pouvons conclure que les mutations inutiles périront et disparaîtront sans laisser de descendants; elles peuvent même se produire à plusieurs reprises dans la même famille sans donner aucun résultat appréciable, si elles sont placées dans les mêmes conditions défavorables. Il est possible que des milliers de mutations se produisent chaque année dans les plantes de notre entourage immédiat, sans qu'on ait aucune chance de les découvrir.

Nous savons reconnaître les caractères différentiels des espèces systématiques. Dès que nous avons réussi à les distinguer telles qu'elles sont décrites dans nos flores locales, nous sommes contents. En les rencontrant, nous avons pris l'habitude de les saluer en leur donnant les noms convenables; cette satisfaction ne nous donne pas le désir d'en faire une étude plus complète. On peut bien remarquer des déviations frappantes, comparables, par exemple, à des caractères de variétés, mais dans ce cas, on les considère comme n'ayant qu'un intérêt secondaire; notre esprit est détourné des nuances délicates qui distinguent les espèces élémentaires.

Même dans le champ d'origine des *Ceanothères*, aucun botaniste n'aurait découvert les rosettes à feuilles plus petites ou plus pâles qui constituent les premiers signes des nouvelles espèces. Ce n'est que sous la direction d'une idée théorique précise qu'elles furent remarquées, puis soumises à un examen plus complet qui a permis de déterminer leur nombre.

La variation nous paraît être très générale, mais très limitée. Les limites cependant sont nettement tracées par la lutte pour l'existence. Les chances de voir naître des mutations utiles sont naturellement très faibles. Nous avons vu que la même mutation, en général, se produit de temps en temps dans la même espèce. Or, si une mutation utile pour l'espèce, ou même seulement indifférente, se produit facilement, il doit en être ainsi depuis longtemps et ces mutantes sont à

l'heure actuelle des variétés systématiques. Si cette variation se produisait de nouveau aujourd'hui en un point donné, le botaniste la prendrait pour une variété ancienne et négligerait de faire des recherches sur son origine dans cette station.

Il mûrit chaque année des milliers de graines possédant peut-être en elles de grandes tendances à la variation, mais il en subsiste seulement une petite quantité appartenant aux types anciens uniformes. Comme la nature paraîtrait différente à nos yeux, si elle pouvait développer toutes les formes qu'elle a en puissance?

Darwin fut frappé de cette absence d'harmonie entre les observations courantes et l'état réel probable des choses. Il l'a discutée à propos du Géranium des Pyrénées (*Geranium pyrenaicum*); il dit comment cette jolie petite plante, qui n'a jamais été soumise à la grande culture, s'est échappée d'un jardin dans le Stafforshire et a réussi à se multiplier au point de couvrir de grandes surfaces. Elle a ainsi évidemment trouvé la place nécessaire pour le développement d'un nombre considérable de plantules provenant de ses graines et, dans ces conditions, elle s'est mise à varier dans la plupart de ses organes et de ses caractères et dans presque toutes les directions imaginables. Dans ces circonstances exceptionnelles, elle a montré une capacité de variation qui n'a jamais été dépassée et qui naturellement serait restée cachée, si la multiplication des individus avait été limitée comme cela a lieu d'ordinaire. Beaucoup d'espèces ont eu l'occasion d'envahir de nouvelles contrées et de les couvrir de centaines de milliers d'individus. On peut citer tout d'abord les espèces qui ont été introduites depuis Ch. Colomb d'Amérique en Europe ou d'Europe en Amérique. En Hollande, l'Œnothère et l'Erigeron du Canada (*Erigeron Canadensis*) sont des plantes qu'on peut citer parmi beaucoup d'autres; on doit s'attendre à ce qu'elles aient varié dans ces circonstances dans des proportions plus considérables que dans leur pays d'origine.

L'ont-elles fait? Evidemment, il n'y a pas de caractères nuisibles ou utiles nouveaux d'après lesquels il serait possible de grouper les individus en nouvelles espèces élémentaires; du moins on en n'a observé aucun. Mais il peut s'être pro-

duit un petit nombre de types et il peut aussi y avoir eu des périodes de mutabilité analogues à celles que l'on observe actuellement pour l'*Cenothère* de Lamarck. De cette discussion, nous pouvons déduire que les chances de découvrir de nouvelles espèces en mutation sont assez grandes pour justifier les efforts considérables que leur recherche entraîne. Il suffit d'observer un grand nombre de plantes qui croissent dans des circonstances fournissant les meilleures conditions pour toutes leurs graines.

Comme la nature ne donne ces occasions qu'à de rares intervalles, il est nécessaire d'employer des méthodes artificielles. Il faut récolter de grandes quantités de graines sur des plantes sauvages et les semer dans des conditions très favorables, en donnant toute la nourriture et l'espace nécessaire aux jeunes plantules. On recommande de les semer sur couche, ou de les protéger contre le froid et les pluies dans des serres ou par des cadres vitrés. Le même lot de semences après avoir été protégé ainsi, donnera deux ou trois fois plus de plantules qu'on n'en aurait obtenu en le semant dans le champ ou dans le jardin. J'ai presque complètement renoncé à faire mes semis dans mon jardin, car le contrôle et la détermination des circonstances ambiantes sont plus exacts dans les semis faits en serre.

La meilleure preuve peut-être de l'influence défavorable des conditions externes sur les déviations difficiles à maintenir est fournie par les plantes à feuilles panachées. On en trouve des variétés nombreuses et jolies dans nos jardins et nos parcs; le *Mais* a même une variété dont les feuilles sont striées de blanc. On les reproduit facilement, soit par bouture, soit par graines et elles comptent parmi les plus fréquentes déviations qui donnent des variétés. Par suite, il faut s'attendre à les trouver à l'état sauvage; or, il n'y a pas de véritable espèce panachée, ni même de bonne variété qui présente ce caractère dans la nature; mais on trouve quelques échantillons accidentels pourvus d'une ou de quelques feuilles panachées. Si on y porte son attention, on réussit à en obtenir une douzaine de cas et peut-être davantage dans un seul été, mais ils ne paraissent jamais capables de se développer, ni de se reproduire suffisamment pour transmettre

leurs particularités à leur descendance; la panachure apparaît dans une saison, puis disparaît; une panachure incomplète consistant en quelques taches sur une ou deux feuilles suffit même pour entraîner la mort des individus qui la montrent.

On croit généralement que les nouvelles variétés dérivent de l'action directe des agents extérieurs et, de plus, on admet souvent que des déviations analogues sont dues à des causes analogues et aussi que ces causes agissent à plusieurs reprises dans la même espèce ou dans les genres voisins ou même dans des genres différents au point de vue systématique. Sans doute, en dernière analyse, tous les phénomènes ont leurs causes et les mêmes causes doivent conduire dans des circonstances semblables au même résultat, mais nous ne sommes pas autorisés à en déduire une relation directe entre les conditions externes et les changements internes des plantes. Ces relations doivent être si lointaines que nous ne pouvons avoir sur elles que des conjectures; par conséquent, l'expérience directe seule doit être notre guide.

En résumé, il résulte des faits et des discussions qui viennent d'être exposés que des espèces élémentaires et des variétés nouvelles sont apparues de temps en temps à l'état sauvage. Toujours, elles sont nées par des variations brusques et sans intermédiaires. Les mutantes sont stables lorsqu'on les propage par semis et constituent de suite des races nouvelles. Dans quelques rares cas, elles peuvent posséder des qualités suffisantes pour se faire une place dans la nature, mais le plus souvent ces qualités nous ont conduit à les conserver et à les introduire dans les jardins comme plantes ornementales ou dans les jardins botaniques, en raison de l'intérêt qu'elles offrent par leur nouveauté ou par leurs anomalies.

Il faut supposer que beaucoup d'autres mutations se produisent autour de nous, mais il semble nécessaire, pour les mettre en évidence, de faire des semis artificiels très considérables, d'examiner avec soin les plantules et de déterminer très exactement les plus légères tendances à la déviation.

## VINGT ET UNIÈME CONFÉRENCE

### LES MUTATIONS HORTICOLES

Tout le monde sait que Darwin a fondé sa théorie de la sélection naturelle sur une généralisation des faits observés par les éleveurs. La sélection naturelle et la sélection artificielle présentent les mêmes traits généraux ; cependant il était impossible, à l'époque de Darwin, de faire une analyse critique et une comparaison complète des deux méthodes. Nous admettons actuellement qu'il y a, d'une part, la sélection des espèces et, d'autre part, la sélection dans l'espèce ; la lutte pour la vie détermine dans un groupe d'espèces élémentaires celle qui survivra et celle qui doit disparaître. Dans la pratique agricole, le triage correspondant est ordinairement désigné sous le nom de mise à l'épreuve de la variété.

Dans l'espèce ou dans la variété, les échantillons mauvais sont constamment éliminés par le crible de la sélection naturelle qui préserve les individus les mieux adaptés pour vivre dans des conditions données. Il peut en résulter quelques améliorations ou quelques races locales, mais cette méthode ne paraît pas avoir une très grande importance. Au contraire, la sélection dans la race occupe une place dominante en agriculture où on la connaît sous le nom imposant de l'amélioration de la race.

Les expériences et les méthodes horticoles diffèrent à beaucoup de points de vue des expériences et des méthodes en usage en agriculture. Les variétés horticoles ont été soumises à l'épreuve et séparées depuis longtemps, mais on ne trouve, ni dans les légumes, ni dans les fleurs, des groupes bigarrés de types tels qu'on peut les voir dans les plantes fourragères de la grande culture. Il apparaît de temps en temps, dans les fleurs, des variétés nouvelles qui peuvent être orne-

mentales, dans les légumes et dans les fruits, des types qui sont plus ou moins avantageux que leurs parents. Dans les deux cas, la différence est d'ordinaire considérable, sinon leur culture ne serait pas avantageuse. Comme il est facile de reconnaître l'utilité des nouvelles variétés, toute l'attention des horticulteurs est ramenée à l'isolement des graines des plantes mutantes dont on fait la récolte à part et qu'on sème ensuite. On répète ces opérations pendant un petit nombre d'années, afin de produire la quantité de graines nécessaire pour introduire avec profit la variété dans le commerce. D'après l'abondance de la récolte annuelle et selon les espèces, cette période de multiplication est plus ou moins longue.

Dans la pratique, l'isolement n'est pas aussi simple ni aussi facile à faire que dans le jardin expérimental, car il se produit constamment et presque inévitablement des croisements avec la forme parente ou avec des variétés voisines, croisements qui entraînent l'impureté des lignées nouvelles. Nous avons désigné cette cause d'impuretés sous le nom de vicinisme et, dans une conférence précédente, nous avons montré, d'une part, ses effets sur une race horticole et, d'autre part, son importance au point de vue de la valeur scientifique que l'on peut attribuer aux expériences des horticulteurs. Nous avons établi qu'en règle générale il est rare de trouver des formes constantes et que toujours l'instabilité reconnue soulève l'objection qu'elle est due au vicinisme. Souvent ce dernier facteur seul est en cause; mais il peut être compliqué par l'action d'autres facteurs, sans qu'il soit possible de les distinguer.

Nous avons dit que l'horticulteur, dans la préparation de variétés nouvelles, se contente pratiquement de faire l'isolement chaque fois qu'il en a l'occasion; cette opinion, valable en théorie, ne l'est pas toujours en fait. Nous devons distinguer deux groupes principaux de variétés. Les variétés régressives sont stables; les individus qui les composent ne se distinguent pas davantage entre eux que ceux d'une espèce ordinaire. Les variétés très instables jouent, d'autre part, un rôle important en horticulture; les plantes à fleurs doubles, à fleurs striées, à feuilles panachées et d'autres en ont fourni

les exemples les plus frappants; ces formes ont été réunies, dans les conférences précédentes, aux variétés instables, parce que leurs caractères particuliers oscillent entre deux extrêmes qui sont, d'une part, le nouveau caractère de la variété et, de l'autre, le caractère correspondant de l'espèce origine.

Dans ces cas, l'isolement est d'ordinaire accompagné de sélection; il est rare que le premier individu d'une race à fleurs doubles ou striées ou à feuilles panachées possède des fleurs bien pleines ou nettement striées ou des feuilles panachées sur toute leur surface; d'ordinaire on ne voit d'abord que des degrés moins considérables de l'anomalie et l'horticulteur s'attend à ce que la nouvelle forme montre des caractères plus complets et plus jolis dans les générations suivantes.

Dans certains cas, il suffit de faire la sélection au début de l'apparition de la race; dans d'autres, il faut choisir chaque année les plus beaux échantillons comme porte-graines. Pour les fleurs striées, par exemple, Vilmorin a prescrit de prendre les semences sur les individus qui ne portent que des stries légères, car il se produit toujours un retour. Des graines mélangées ou des graines provenant d'un type moyen donneraient bientôt des plantes portant des stries trop larges et par suite des fleurs moins nuancées.

On décrit presque chaque année, en horticulture, l'apparition de nouvelles variétés régressives ou de variétés instables. Néanmoins, toute nouveauté donnée par le jardinier ne doit pas être considérée comme une mutation au sens attribué à ce mot en biologie. Tout d'abord, il faut en exclure les variétés d'espèces vivaces et ligneuses. Il est possible de conserver et de multiplier, par voie végétative, tout cas extrême de variation fluctuante. Les horticulteurs désignent ces types sous le nom de variétés quoiqu'elles aient évidemment une toute autre valeur que les variétés, stables par semis. En second lieu, un grand nombre de variétés, et c'est sans doute le cas de la majeure partie des nouveautés, sont d'origine hybride. Il faut aussi en distinguer deux cas; les hybrides peuvent résulter du croisement de deux types anciens, soit de formes cultivées depuis longtemps, soit d'espèces nou-

vement introduites; ils dérivent ordinairement d'une variété introduite. Ces nouveautés sont exclues de notre discussion actuelle.

D'autre part, les hybrides peuvent résulter du croisement d'une véritable mutation nouvelle et de quelque variété préexistante de la même espèce. On en trouvera plus loin des exemples évidents, car ils sont fréquents dans la pratique; mais, dès maintenant, il faut dire qu'une seule mutation peut, par ces croisements, produire autant de nouveautés qu'il y a de variétés connues dans la même espèce.

En résumant ces remarques préliminaires, nous devons insister sur ce fait qu'une faible partie seulement des nouveautés horticoles sont des mutations véritables, quoiqu'il doive en apparaître de temps en temps. Lorsqu'elles présentent quelque utilité, elles sont, en général, multipliées et améliorées par la sélection. Elles sont, dans beaucoup de cas, aussi stables par semis que le permettent les influences inévitables du vicinisme. On ne possède pas d'ordinaire d'observations exactes sur leur origine et sur le degré de leur stabilité; les renseignements fournis ont un objet commercial et, souvent, ils ne sont notés qu'à l'époque de l'introduction de la nouveauté dans le commerce, alors que les étapes précédentes sont oubliées en partie.

Après cette introduction nécessaire, je vais donner maintenant un exposé condensé des faits historiques relatifs à l'origine de variétés horticoles.

Un auteur russe, Korshinsky, a fait récemment une révision détaillée de ces documents qu'il a groupés en un matériel considérable et qu'il présente comme des preuves de l'apparition soudaine de nouveautés dans toute la série des plantes horticoles.

La mutation la plus anciennement connue et en même temps la plus exactement décrite concerne l'origine de la variété à feuilles découpées de la Grande Eclair ( *Chelidonium majus* ). Cette variété a été décrite soit comme variété, soit comme espèce distincte et, dans ce dernier cas, elle a été nommée *Chelidonium laciniatum*, Miller. Elle se distingue de l'espèce ordinaire par les feuilles découpées en lobes étroits, avec des pointes presque linéaires, caractère qui, comme

nous l'avons vu antérieurement, se voit aussi sur les pétales. Elle est actuellement presque aussi fréquemment cultivée dans les jardins botaniques que l'espèce *C. majus*. Elle s'est échappée en maintes localités et on l'a vu prospérer presque aussi bien que les plantes sauvages indigènes. Elle ne fut connue que peu d'années avant la fin du xvi<sup>e</sup> siècle; son histoire a été décrite par Rose, un botaniste français. On la vit pour la première fois dans le jardin de Sprenger, pharmacien à Heidelberg, où le *C. majus* était cultivé depuis longtemps. Sprenger la découvrit en 1590 et fut frappé par ses caractères particuliers nettement aberrants; il fut désireux de savoir si elle était une plante nouvelle et en envoya des échantillons à Clusius et à Platter; ce dernier la transmit à Caspar Bauhin. Ces botanistes reconnurent en elle un type tout à fait nouveau, et, quelques années plus tard, Bauhin la décrivit dans son *Phytopinax* sous le nom de *Chelidonium majus foliis quernis*, ou Chélidoine à feuilles de chêne. La nouvelle variété attira aussitôt l'attention générale et fut introduite dans la plupart des jardins botaniques d'Europe. C'est une forme nouvelle qu'on a cherchée, mais en vain, à l'état sauvage. On n'a pu découvrir aucune autre origine que celle du jardin de Sprenger. Plus tard, elle s'est naturalisée en Angleterre et ailleurs, mais il n'y a pas le moindre doute qu'elle soit l'origine de toutes les formes observées.

Puisque sa naissance à Heidelberg est regardée comme prouvée au point de vue historique, il faut naturellement admettre qu'elle est née, en 1590, de graines du *Ch. majus*. Toutefois cette conclusion n'est pas donnée par Sprenger, et il est encore possible qu'elle résulte de l'introduction d'une plante apparue ailleurs. Sinon, la mutation a dû être soudaine, s'étant faite sans préparation visible et sans apparition de formes intermédiaires.

Dès le début, la Chélidoine à feuilles découpées fut constante par semis; elle fut répandue par graines sur de grandes étendues et sans grandes difficultés. Toutefois on ne sait rien sur les premières années de son existence. Plus tard Miller, Rose et d'autres, enfin moi-même, en avons fait l'épreuve soignée qui a montré la stabilité absolue et sans retour de la forme; il est probable qu'elle

possédait ces caractères dès le début. Le fait de sa constance a conduit Miller à la regarder comme une espèce, car, à son époque, on croyait généralement, et cette opinion erronée n'est pas rare encore actuellement, que les variétés étaient moins stables que les vraies espèces.

Avant d'abandonner l'exemple de la Chélidoine laciniée, il faut noter que ses croisements avec le *Chelidonium majus* suivent la loi de Mendel et, pour cette raison, il faut la considérer comme une variété régressive, d'autant plus qu'elle fut regardée comme telle par Stahl et d'autres auteurs.

Nous passons maintenant à l'énumération des cas dont la date d'apparition, comme nouvelle variété horticole, a été signalée. Je dois m'excuser de la nécessité de parler de nouveau d'un bon nombre de variations qui ont été étudiées antérieurement pour un autre objet. Dans ces exemples, je me limiterai aussi étroitement que possible aux faits historiques. Ils ont été rapportés surtout par Verlot, par Carrière, auteurs qui ont vécu à Paris peu de temps après le milieu du siècle dernier, puis par Darwin, Korshinsky et d'autres. C'est de leurs écrits et des publications horticoles que dérivent les preuves réunies dans ce chapitre.

Un cas bien connu est celui de la variété naine de *Tagetes signata* qui apparut en 1860 dans les pépinières de Vilmorin. On la découvrit pour la première fois, sur un seul individu, dans un lot de *Tagetes signata* ordinaires. Il fut impossible de l'isoler, mais les graines furent récoltées à part. La majorité de la descendance fit retour au type normal, mais deux plantes furent de véritables naines. De celles-ci on parvint à obtenir un degré de pureté suffisant pour un but commercial, les vicinistes ne formant plus que 10 % de la récolte. On avait observé, l'année précédente, dans la même pépinière, une mutation analogue dans un lot de *Saponaria calabrica*. Les graines de cette plante reproduisirent la variété dans la génération suivante, mais on ne put en observer aucune dans la troisième génération. On crut alors que la variété était perdue et on abandonna sa culture, car on ignorait les lois de Mendel sur la disjonction des hybrides. D'après ce que nous savons à l'heure actuelle, nous pouvons admettre que les descendants atavistes de la première

plante naine étaient des hybrides capables de fournir, par disjonction, un quart de descendants nains et trois quarts d'individus normaux. Par suite, il est évident que les nains seraient apparus une seconde fois, si on avait continué à semer les graines de la progéniture viciniste.

Afin d'éviter de revenir sur cette question, nous allons indiquer immédiatement le parti qu'on peut tirer des vicinistes. C'est la possibilité d'augmenter le rendement de la nouvelle variété. Si la place dont on dispose permet de semer les graines de vicinistes, on peut s'attendre à obtenir un quart de la récolte fidèle au nouveau type et même, si une partie des vicinistes a été fécondée par des nains, on peut en obtenir un plus grand nombre encore. On pourrait donc, en règle générale, semer aussi les graines des vicinistes, du moins pour les formes nouvelles dont les représentants purs ne donnent pas suffisamment de semences pour une multiplication rapide.

On connaît d'autres exemples de nanisme apparus dans la même pépinière, d'une manière aussi soudaine et aussi inattendue, tels que *Ageratum caeruleum nanum* et plus tard *Clematis Viticella nana* et *Acer campestre nanum*. Le *Prunus Mahaleb nana*, fut découvert en 1828 par Mme Le Brun, près d'Orléans; il y en avait un seul individu dans une grande culture de *Pr. Mahaleb*. Le *Lonicera tartarica nana* apparut, en 1825, à Fontenay-aux-Roses. Une variété géante de Fraisiers, désignée sous le nom de « Giant of Zuidwijk » est née à Boskoop, en Hollande, dans la pépinière de Mr. van de Water, dans un lot de plantules de Fraisiers ordinaires. C'est une plante très étalée qui produit peu de courants et qu'on ne propage qu'avec de grandes difficultés, puisque six ans plus tard on n'en possédait que quinze plantes. A l'épreuve, elle fut reconnue comme une variété nouvelle à fruits abondants et gros et introduite dans le commerce à des prix élevés. Pendant longtemps, elle ne fut répandue que dans les cultures hollandaises.

On connaît divers cas de production soudaine de variétés sans épines. Le *Gleditschia sinensis*, introduit de Chine en 1774, a donné deux plantes sans épines, en 1823, dans la

pépinière de Caumzet. C'est un des rares cas très curieux d'une mutation simultanée de deux échantillons, car, en général, les descriptions indiquent que les mutations apparaissent toujours sur des individus isolés, croyance courante, mais inexacte.

De l'étude des variétés à feuilles découpées ou laciniées, faite par Korshinsky, on peut citer les cas suivants. En 1830, un pépiniériste du nom de Jacques fit un semis d'un nombre considérable d'Ormes, *Ulmus pedunculata*; l'une des plantules eut des feuilles découpées. On la multiplia par greffe et on l'introduisit sur le marché sous le nom de *U. pedunculata urticaefolia*; depuis, elle est disparue.

Il semble que des Aulnes à feuilles laciniées sont apparus par mutation à diverses époques. Mirbel dit que l'*Alnus glutinosa laciniata* se trouvait à l'état sauvage en Normandie et dans la forêt de Montmorency, près de Paris. On a signalé une variété analogue, en 1855, dans une pépinière, près d'Orléans. A ce propos, on a discuté la question de savoir si la forme d'Orléans était une mutation nouvelle ou dérivait par quelque processus des arbres signalés par Mirbel. Naturellement, comme toujours en pareil cas, le doute une fois émis diminue pour toujours l'importance de l'observation, puisqu'il est impossible d'obtenir des preuves historiques suffisantes pour résoudre le problème. La même variété était apparue dans des circonstances semblables antérieurement, en 1812, dans une pépinière de Lyon.

On dit que l'apparition d'Erables laciniés est relativement fréquente dans les pépinières, dans les semis de l'espèce type. Loudon rapporte qu'un jour on vit naître 100 plantules laciniées provenant des semences de quelques arbres normaux. Mais dans ce cas, il est probable que les parents présumés normaux étaient en réalité des formes hybrides entre l'espèce et la variété laciniée, formes qui ont simplement montré la disjonction, d'après la loi de Mendel. Cette opinion résulte en partie de considérations générales et en partie d'expériences que j'ai faites avec la Chélidoine à feuilles laciniées antérieurement décrite et que j'ai croisée avec le type normal. L'hybride reproduisit les caractères de l'espèce et ne montra, par aucun signe extérieur, sa nature

interne hybride ; mais, l'année suivante, un quart de la progéniture fit retour à la forme à feuilles découpées. S'il s'est produit le même croisement dans le cas des Erables de Loudon, sans toutefois que celui-ci eût connaissance de cette origine hybride, le résultat serait exactement celui qui a été observé.

On vit naître le *Broussonetia papyrifera dissecta* à Lyon, vers 1830, et une seconde fois, en 1856, à Fontenay-aux-Roses. On a trouvé très fréquemment à l'état sauvage des Noisetiers, des Bouleaux, des Hêtres et d'autres arbres à feuilles découpées, comme je l'ai déjà dit dans les conférences précédentes. On trouve souvent dans nos jardins des variétés analogues de Sureau (*Sambucus nigra laciniata* et *S. racemosa laciniata*). Ils sont signalés depuis 1886 et sont stables par semis, mais il semble qu'on a oublié leur origine exacte. Les Noyers à feuilles découpées sont connus depuis 1812 ; ils sont stables par graines, mais sont très sujets au vicinisme, défaut qui est attribué par quelques auteurs au fait que souvent sur le même arbre les chatons de fleurs mâles fleurissent et tombent plusieurs semaines avant la maturité des pistils des fleurs femelles.

On connaît des cas analogues pour les variétés à port pleureur. Le *Sophora japonica pendula* est apparu vers 1850 et le *Gleditschia triacanthos pendula* quelque temps plus tard, dans une pépinière de Château-Thierry (Aisne, France). En 1824, le Prunier Putiet ou *Prunus Padus* produisit une variété à port pleureur et, en 1847, la même mutation fut observée pour l'espèce voisine *Prunus Mahaleb*. De nombreux autres cas de naissance brusque d'arbres pleureurs, soit de Conifères, soit d'autres essences, ont été réunis dans le mémoire de Korshinsky. Ce groupe remarquable de variations renferme peut-être les meilleurs exemples de preuves historiques complètes que nous possédions. En général, elles n'apparaissent que dans des semis très étendus sur un individu, ou seulement sur un petit nombre à la fois. Beaucoup d'entre eux n'ont pas été remarqués pendant leur jeune âge et ce n'est que plusieurs années plus tard, après avoir été plantés dans les parcs et dans les forêts, que leur caractère pleureur s'est montré.

Le Robinier monophylle est apparu de la même façon. On décrira ses caractères dans une autre occasion; mais on peut donner ici les circonstances qui ont accompagné sa naissance. Il en apparut un seul individu, en 1855, dans la pépinière de Deniau à Brain-sur-l'Authion (Maine-et-Loire) au milieu d'un lot de plantules de l'espèce type. La forme nouvelle fut transplantée au Jardin des plantes de Paris où elle fleurit et porta des graines en 1865. Elle dut être en partie fécondée par les représentants normaux de l'espèce qui l'entouraient puisque un quart seulement des descendants présentaient le caractère nouveau. Toutefois, cette proportion a varié dans les années suivantes. Briot remarque que le Robinier monophylle présente des altérations pétales des étamines, défaut qui peut nuire à sa fertilité et par conséquent à la pureté de sa descendance.

On trouve souvent parmi les arbres, des variétés en forme de balai et on en connaît quelques-uns qui présentent le retour très remarquable à la forme initiale par variation de bourgeons, comme nous l'avons vu plus haut. On les appelle d'ordinaire formes pyramidales ou fastigiées et, autant qu'on le sache, ils naissent subitement dans de grands semis de l'espèce normale. Le Bouleau fastigié a été obtenu ainsi par Baumann, l'*Abies concolor fastigiata* par Thibault et Keteleer à Paris, le Cèdre pyramidal par Paillat, la forme analogue de *Wellingtonia* par Odin. On pourrait y ajouter facilement d'autres exemples, quoique quelques-uns des autres arbres les plus appréciés soient si vieux qu'on ne sait rien sur leur origine. C'est le cas, par exemple, de l'If pyramidal, *Taxus baccata fastigiata*. On en a trouvé d'autres à l'état sauvage, comme nous l'avons déjà dit dans la conférence précédente.

Le Prunier à feuilles pourpres, dont la forme la plus commune est le *Prunus Pissardi*, est un cas analogue. On dit que c'est une variété pourpre du *Prunus cerasifera* qui fut introduite de 1877 à 1880 de Perse, où on l'a trouvée, dit-on, à Tâbris. Une variété identique est née indépendamment et d'une manière inattendue dans la pépinière de Späth, près de Berlin, vers 1880; mais elle semble différer par quelques points secondaires du type persan.

En 1836, une variété blanche de *Cyclamen vernum* fit son apparition en Hollande. On observa tout d'abord, dans une pépinière des environs de Haarlem, un seul individu ayant ce caractère dans un grand lot de plantules. Il fournit une quantité suffisante de graines et les descendants furent identiques au type nouveau. Cette espèce de plante se propage lentement et c'est seulement quelque temps plus tard (1863) que les bulbes furent mis en vente; le prix de chaque bulbe, dans la première année, fut de vingt-cinq francs, mais plus tard il s'est réduit à cinq francs la pièce, prix qui est environ le triple de celui de la variété rouge ordinaire.

La maison Krelage et Soon a introduit dans le commerce un grand nombre de variétés de plantes à bulbes, toutes dues à des mutations accidentelles, soit de semis, soit de bourgeons, ou bien encore au transport accidentel de qualités nouvelles sur des variétés déjà existantes à la suite de la pollinisation croisée faite par les insectes. Au lieu de donner de longues listes de ces nouveautés, je citerai les Tulipes noires, qui, dans les premières années de leur introduction, valaient environ cent vingt-cinq francs la pièce.

Les mutations horticoles sont en général très rares dans les genres et dans les espèces qui n'ont pas encore été amenés à un haut degré de variabilité; mais les autres, par suite de l'existence de nombreuses variétés et de la multiplication considérable dont elles sont l'objet, présentent des chances beaucoup plus nombreuses de produire des variétés nouvelles. Toutefois, dans ce cas, les chances de croisement sont aussi plus considérables et des variations dues à cette cause peuvent être facilement prises pour de véritables mutations.

Il arrive souvent que la rareté des mutations est démontrée par le long intervalle de temps qui s'écoule entre l'introduction d'une espèce et son premier sport. On peut citer quelques exemples qui donnent la preuve de la longue période de temps durant laquelle l'espèce est restée stable, bien que certaines de ces modifications puissent avoir été provoquées par le croisement avec une forme voisine. L'*Erythrina Crista-galli* fut introduit vers 1770 et produisit son premier sport après plus d'un siècle de culture. Le *Be-*

*gonia semperflorens* est cultivé depuis 1829 et ce n'est qu'un demi-siècle plus tard qu'il commença à muter. Le même intervalle de temps s'est écoulé entre la première culture et la première variation du *Crambe maritima*. On connaît d'autres cas dans lesquels la variation s'est montrée beaucoup plus tôt, peut-être même dans les premières années qui ont suivi la découverte de l'espèce ; mais, en général, ces exemples ne sont pas concluants, car l'hybridation a pu jouer un rôle.

Ainsi, par exemple, l'*Iris Lortelii*, introduit en 1825 du Libanon, a donné une variété blanche dans les semis des premières graines récoltées. L'hypothèse que les plantes introduites étaient par hasard des hybrides naturels entre l'espèce et la variété blanche fournit une explication plus simple et plus nette que celle d'une mutation toujours peu probable. La longueur de la période qui précède les premiers symptômes de la variabilité résulte en grande partie des méthodes différentes de culture.

On ne peut s'attendre à obtenir rapidement des variétés nouvelles des espèces qui, comme l'*Erythrina*, sont vivaces et ne sont semées que sur une faible échelle. Les espèces annuelles présentent des chances de variation beaucoup plus grandes, car on les cultive chaque année par milliers et même par centaines de milliers d'individus. Les différences que l'on observe entre les divers cas sont peut-être, pour une bonne part, dues à cette cause.

De temps à autre, des monstruosité ont donné naissance à des races cultivées. Les Crêtes de coq ou *Celosia* sont l'un des exemples les plus connus ; les Choux-fleurs, les Navets, et les variétés de Choux sont apparues, d'après de Candolle, il y a plus d'un siècle, par la culture isolée d'individus monstrueux. Ils se reproduisent fidèlement par graines, mais ils donnent de temps en temps des variations qui sont intimement liées à leurs caractères anormaux.

On peut regarder les fleurs apétales comme une autre forme de monstruosité et, en 1892, une variété de cette nature, dépourvue de corolle, apparut dans un lot de *Salpiglossis sinuata* des pépinières de Vilmorin ; elle est née subitement et a fourni une forte récolte de graines ; elle fut stable

dès le début, sans donner aucun signe de vicinisme ni d'impuretés.

Dans plusieurs cas, l'origine des variétés reste obscure quoique les documents historiques sur leur propagation rendent probable leur apparition subite. Bien que ces exemples ne fournissent que des preuves indirectes et perdront tôt ou tard leur importance, il semble bon d'insister ici sur eux parce que la plupart constituent des faits plus nets et plus frappants que ceux dont on possède l'histoire complète. Dans ce groupe, se trouvent les variétés stériles ; elles possèdent des fruits sans noyaux ou des fleurs dépourvues d'organes sexuels ou même ne donnent point de fleurs. On en a cité des exemples dans la conférence relative aux variétés régressives ; on croit généralement qu'elles sont nées par variation brusque, parce qu'on comprend mal comment la perte de la qualité de former des graines peut s'être accumulée lentement dans les générations précédentes. Une variété stérile de Maïs en fournit un exemple intéressant ; elle est apparue, il y a quelques années, dans mes cultures pédigrées, faites pour un autre objet ; elles furent commencées en 1886 et en partant d'un épi. La première génération ne montra rien de particulier, mais la seconde fournit spontanément un nombre considérable de plantes stériles. La stérilité résultait du manque total de ramifications, même de celles qui portent les fleurs femelles ; la grappe terminale elle-même était réduite à un axe nu, dépourvu de branches, de fleurs et même le plus souvent de bractées.

Sur quelques individus, ce caractère négatif paraissait s'atténuer vers la pointe qui portait un tout petit nombre de rameaux complètement nus. Il fut évidemment impossible de propager cette forme curieuse, mais j'ai observé qu'elle fit son apparition à partir d'ancêtres connus par un seul saut, par une variation brusque. Cette variation cependant ne fut pas limitée à un seul échantillon ; au contraire, j'ai pu l'observer sur 40 plantes dans une culture de 340 individus. Le même phénomène s'est répété sur les plantes dérivées d'individus normaux dans les années suivantes, mais plus tard la monstruosité disparut.

Le Peuplier d'Italie nous en donne un autre exemple.

Quelques auteurs le regardent comme une espèce distincte, le *Populus italica*, et d'autres, comme une variété fastigiée du *Populus nigra* dont il diffère par ses branches dressées et d'autres caractères moins importants. On l'appelle souvent Peuplier pyramidal; on ne sait absolument rien sur son origine et on ne le trouve que dans la culture. Il paraît être cultivé en Italie depuis les époques historiques les plus reculées, mais il ne fut pas introduit dans d'autres régions avant le XVIII<sup>e</sup> siècle; il fut importé en France, en 1749, puis en Angleterre en 1759, et depuis on le trouve planté le long des routes dans toute l'Europe centrale et dans une grande partie de l'Asie. Mais ce qui est le plus curieux, c'est qu'on n'en connaît que des individus mâles. Malgré des recherches fréquentes, on n'a pas réussi à trouver des pieds femelles de cet arbre. Cette circonstance rend très probable la naissance par mutation brusque du Peuplier pyramidal, mutation qui aurait donné un seul individu mâle n'ayant pu être propagé que par boutures. Il faut admettre cependant que nous ne possédons aucune preuve matérielle qui permette de repousser l'hypothèse qu'il dériverait d'une espèce sauvage initiale dont la forme femelle aurait été perdue à la suite de la multiplication végétative. Il est fréquent de ne trouver en culture qu'une forme seulement de nombreuses plantes dioïques; c'est le cas pour quelques espèces de *Ribes* de l'Amérique du Sud.

On a parfois regardé l'absence complète de documents historiques sur l'origine d'une variété comme une preuve suffisante de son origine brusque. L'exemple le mieux connu est celui du célèbre Dahlia Cactus qui présente des fleurons ligulés enroulés vers l'extérieur au lieu d'être en gouttières. Il fut introduit du Mexique en Hollande par Van den Berg, de Jutphaas, dans des circonstances remarquables. A l'automne de 1872, un ami de Van den Berg lui envoya une petite caisse renfermant des graines, des bulbes et des racines du Mexique; l'une des racines fournit un pied de Dahlia, qui, cultivé avec beaucoup de soins, fleurit l'année suivante et fit l'étonnement de toutes les personnes qui le virent par les particularités de ses fleurs abondantes, d'un rouge cramoisi, et par ses ligules qui étaient tubulées, mais

enroulées dans le sens opposé des Dahlias ordinaires. Les bords des ligules étroites étaient recourbés en arrière montrant le coloris éclatant de la face supérieure. C'était une très jolie variété qui fut rapidement multipliée par boutures, puis introduite dans le commerce. Depuis cette époque, on l'a croisée avec presque toutes les autres variétés intéressantes de Dahlia, et il a fourni une série considérable de belles formes présentant toutes la courbure curieuse des pétales. On ne l'a jamais observé au Mexique, ni à l'état sauvage, ni dans les jardins, et par suite on est arrivé à regarder l'individu introduit en Hollande comme le premier de sa race.

J'ai déjà indiqué que la production rapide d'un grand nombre de variétés nouvelles par le croisement de la descendance d'une seule forme mutante avec les variétés existant antérieurement est une méthode très courante en horticulture. Ce fait nous montre qu'une faible partie seulement des nouveautés introduites chaque année sont de véritables mutations. Il existe d'autres exemples de nouveautés qui ont été obtenues de cette façon; ce sont les Dahlias à feuillage pourpre, les Groseilliers à maquereau sans épines, les Pétunias doubles, les Gloxinias à fleurs dressées et beaucoup d'autres encore. On peut facilement, par cette méthode, obtenir l'accumulation de caractères acquis par les différentes races d'une espèce. En réalité, c'est un des facteurs les plus importants de la production des nouveautés horticoles.

J'ai déjà fait allusion, à plusieurs reprises, dans cette conférence, à la question de savoir s'il est probable que les mutations se présentent sur un seul ou sur plusieurs individus. La croyance courante des horticulteurs est qu'en général les mutantes sont des plantes isolées; cette opinion est si répandue que chaque fois qu'une nouveauté est obtenue dès le début en deux ou plusieurs individus, on suppose de suite que la forme a dû apparaître dans une génération antérieure et qu'elle n'a pas été remarquée. En général, dans les cas semblables, on conserve secret le nombre des mutantes, car on n'aime pas à reconnaître un manque de soins dans l'observation; c'est du moins l'avis de quelques-uns des princi-

paux horticulteurs d'Erfurt que j'ai visités, il y a quelques années, pour obtenir le plus grand nombre possible de renseignements sur les méthodes de production de leurs nouveautés. Par suite, il est impossible de résoudre cette question d'après les seules expériences des sélectionneurs. Il est même difficile de prendre une décision dans le cas où la même nouveauté est apparue dans diverses variétés de la même espèce; il se peut qu'elles aient une origine commune et qu'elles dérivent de croisements, comme dans le cas des Roses mousseuses et des Brugnon. D'autre part, on connaît des exemples de production répétée de la même nouveauté à des époques différentes et souvent à de longs intervalles. C'est le cas du *Cyclamen papillon*, forme à pétales étalés qui est née dans la pépinière de Martin, en Angleterre. A sa première apparition, on la crut sans valeur et on l'a rejetée, mais lorsqu'elle réapparut pour la seconde fois, on la multiplia et on essaya de l'introduire dans le commerce. On sait aussi que d'autres variétés de *Cyclamen*, les formes à crêtes par exemple, sont apparues à plusieurs reprises.

Pour terminer cette série d'exemples de mutations horticoles, je pourrais en mentionner deux qui se sont produites dans mon propre jardin expérimental. La première a donné un *Dahlia* à fleurons tubulés. Les ligules des fleurons présentent la soudure des bords et forment des tubes dont la surface externe est la surface inférieure de la corolle, d'une couleur pâle. Cette nouveauté a pris naissance dans une culture obtenue par semis de la variété naine « Jules Chrétien ». Les graines provenaient de plantes introduites dans mon jardin; comme le sport n'a aucune valeur ornementale, on ne sait pas si c'est le premier exemple de la variation ou bien s'il s'est produit antérieurement dans les pépinières de Lyon qui m'avaient procuré les bulbes. Dans la suite, la forme nouvelle s'est montrée stable par semis, mais très variable dans ses caractères, ce qui la ferait ranger de préférence parmi les variétés « eversporting ».

L'autre nouveauté fut observée dès le début sur plusieurs individus. C'est une variation rose du *Géranium* d'Europe, ou *Geranium pratense*. Il apparut durant l'été de 1902, d'une

façon tout à fait inattendue, dans une variété striée de l'espèce à fleurs bleues. Il y en avait sept échantillons dans un lot d'environ une centaine de plantes. Cette famille avait été introduite dans mon jardin en 1897. Je cultivais deux plantes sous le nom de *Geranium pratense album* qui toutefois appartenaient en réalité à la variété striée. Leurs graines m'ont donné, en 1898, une première génération dont j'ai obtenu une centaine de plantes qui ont fleuri l'année suivante et ce sont les graines de ces dernières qui, semées en 1900, ont fourni le lot où est apparu le sport. Les plantes introduites, pas plus que leurs descendants, n'avaient montré aucun signe de variation de couleur en dehors des stries bleues et blanches. Par suite, il est très probable que la nouveauté fut la première mutation de cette nature, et cela d'autant plus, qu'une variété rose qui, sans doute, a une certaine valeur horticole, aurait été conservée avec soin, si on l'avait trouvée. Mais, autant que je suis capable de l'affirmer, il n'y en a pas de connue ni de décrite jusqu'à ce jour.

En résumant les résultats de cette liste, longue quoique très incomplète, de nouveautés horticoles dont les origines sont plus ou moins bien connues, nous voyons que les apparitions brusques sont la règle. Dès leur naissance, les nouvelles variétés sont d'ordinaire stables, si l'on fait exception des variations produites par le vicinisme; le plus souvent, on ne possède point de renseignements détaillés sur les changements, du moins leur valeur est bien douteuse. De plus, il faut dire qu'on n'a guère observé en horticulture de mutation réellement progressive. Aussi l'importance théorique de ces exemples est beaucoup moins considérable qu'on aurait pu l'espérer.

---

## VINGT-DEUXIÈME CONFÉRENCE

### ATAVISME SYSTÉMATIQUE

L'existence simultanée et constante de la progression et de la régression constitue l'un des principes importants de l'évolution des êtres. J'ai insisté sur ce point à plusieurs reprises dans les conférences précédentes. J'ai essayé de montrer que la progression et la régression agissent presque toujours simultanément, aussi bien dans les lignes les plus importantes de la généalogie générale du règne végétal que dans les nombreuses ramifications latérales qui aboutissent aux genres et aux espèces d'une famille. Notre attention a été portée sur les Monocotylédones qui fournissent un exemple où la régression est partout si active qu'on peut presque dire qu'elle forme l'orientation dominante. C'est par la réduction des organes végétatifs et reproducteurs, de la structure anatomique et de la croissance des tiges, et par beaucoup d'autres moyens, que les Monocotylédones, qui constituent un groupe homogène, sont dérivées de leur ancêtres supposés répartis dans les familles de Dicotylédones les moins évoluées. La régression est la caractéristique des plus grandes familles du groupe, par exemple des Aroïdées et des Graminées. L'évolution régressive est aussi nette dans les familles les plus évoluées et les mieux différenciées de Monocotylédones telles que les Orchidées, qui n'ont qu'une ou deux étamines.

En second lieu, j'ai eu l'occasion plus d'une fois d'affirmer que la régression, qui semble consister en la disparition de quelques qualités, n'entraîne pas nécessairement et en règle générale la perte complète d'un caractère. Bien au contraire, il est très probable que les pertes réelles sont extrêmement rares, s'il y en a. D'ordinaire, la perte du caractère n'est

qu'apparente; la qualité reste inactive, mais n'est pas détruite. Le caractère devient latent, comme on a coutume de le dire; par conséquent, il peut revenir en activité et provoquer la réapparition complète des particularités dans certaines occasions. De semblables retours en activité étaient autrefois désignés sous le nom d'atavisme. Mais, d'après ce que nous avons vu en examinant les phénomènes de latence en général, il faut distinguer divers cas de latence pour avoir une idée claire de ce processus compliqué.

Il en est de même pour l'atavisme. Lorsqu'une plante fait retour à un ancêtre connu, nous en avons un exemple précis et simple; mais, en général, nous ne possédons pas de preuve historique, ni expérimentale, que des caractères spécifiques soient apparus, puis disparus et enfin réapparus dans une lignée. On peut le supposer, mais cette supposition ne repose que sur des affinités systématiques entre l'espèce dérivée et les formes que l'on croit être les plus voisines. Ce sont ces cas de retours que nous allons examiner maintenant avec quelques détails et que nous traiterons sous le titre qui leur convient : l'atavisme systématique.

D'après notre définition, cette forme d'atavisme renferme les variations dans lesquelles l'espèce présente un ou plusieurs caractères appartenant à des espèces voisines et dont on admet qu'elle dérive par la perte des caractères en question. Ces phénomènes consistent en la production d'anomalies et de variétés, et, comme les relations de parenté de ces dernières ne font souvent point de doute, il en résulte que les anomalies semblent fournir le matériel le plus favorable pour l'étude de l'atavisme systématique. L'objet principal de cette étude est de démontrer l'existence des caractères latents. Elle permet aussi de montrer que ces caractères redeviennent actifs subitement et non par une récupération lente et graduelle des qualités antérieures. Ces faits servent de base à l'hypothèse que les caractères élémentaires visibles consistent essentiellement en l'étalement, aux yeux de tous, des qualités portées par les supports matériels de l'hérédité, et aussi, que ces supports sont des entités séparées qui peuvent être mélangées, mais non fusionnées dans le chaos de la matière vivante primitive. De cette façon, l'atavisme

systématique nous conduit à examiner plus attentivement les causes internes et cachées qui régissent les affinités et les divergences des espèces voisines; il montre et met en relief l'importance de la notion de ce que l'on désigne sous le nom d'unités spécifiques.

La Primevère nous servira d'exemple. Dans la seconde conférence, nous avons vu que la vieille espèce de Linné, *Primula veris*, avait été subdivisée par Jacquin en trois espèces plus petites, qui sont *P. officinalis*, *P. elatior* et *P. acaulis*. Cette opération systématique nous permet d'admettre que ces trois formes sont regardées comme dérivées d'un ancêtre commun. Or, deux d'entre elles ont leurs fleurs groupées en verticilles pourvus de bractées et condensées en ombelle à l'extrémité d'une tige; les tiges prennent naissance à l'aisselle des feuilles de base et portent les fleurs au-dessus des feuilles. Dans la troisième espèce, *Primula acaulis*, la tige est absente et les fleurs paraissent isolées et insérées à l'aisselle des feuilles de base par leurs pédoncules allongés et grêles. Cette espèce est désignée pour cette raison par le qualificatif acaule, ce qui veut dire qu'elle ne présente pas d'autre tige que l'axe souterrain qui termine la racine. Mais une étude plus attentive nous montre que les pédoncules floraux sont réunis en petits groupes qui occupent chacun l'aisselle de l'une des feuilles de la rosette. Ce caractère établit immédiatement une analogie avec les ombelles des espèces voisines et nous conduit à examiner d'une façon plus complète le mode d'insertion des fleurs. Nous trouvons alors que les pédoncules sont groupés par leur base de telle sorte qu'ils forment une ombelle sessile. Les tiges ne sont pas absolument absentes, mais simplement réduites à des rudiments presque invisibles.

Il en résulte que ces trois espèces élémentaires ont des ombelles dont certaines sont pédonculées et d'autres ne le sont pas. A ce point de vue, elles se rapprochent de la majorité des espèces voisines du même genre, ou d'autres genres comme les *Androsaces*. On peut en conclure que les ancêtres communs étaient des plantes vivaces pourvues d'une souche radiculaire surmontée de tiges portant les fleurs groupées

en ombelles ou en verticilles. La perte des tiges du *Primula acaulis* doit avoir eu lieu évidemment à l'époque de la variation qui a donné naissance à cette forme.

En admettant ce mode de raisonnement, nous voyons de suite quel rôle particulier joue dans notre étude l'atavisme systématique. D'après notre conception générale, la perte apparente d'une tige n'est pas une preuve d'une perte interne correspondante, mais elle peut bien être due simplement à la réduction à un état latent ou inactif de la qualité de donner une tige; plus tard, on pourra l'éveiller par quelque méthode inconnue et la remettre en activité.

Or, c'est exactement ce qui arrive de temps à autre. La Primevère acaule est une plante très commune en Hollande où elle couvre les bois, au printemps, de milliers de bouquets de fleurs d'un jaune brillant. Son type est très uniforme, mais dans certaines années on voit revenir quelques rares individus à un état atavique. J'en ai observé moi-même plus d'une fois et j'ai trouvé que la variation n'était que partielle, car elle ne donnait qu'une et rarement deux ombelles pédonculées sur la même plante; d'ailleurs, ce phénomène peut ne pas se répéter, lorsqu'on transporte les échantillons anormaux dans le jardin pour des observations ultérieures.

Mais le fait qui subsiste est que des tiges réapparaissent; elles sont de longueur variable, souvent très courtes, rarement longues, et leurs ombelles offrent des involucres de bractées en tout analogues à ceux de *Primula officinalis* et de *P. elatior*. A mon avis, cette anomalie curieuse est un argument sérieux en faveur de l'existence d'une tige à l'état latent dans l'espèce acaule, et le fait qu'un tel caractère dormant dérive de ce que des ancêtres de la plante le possédaient à l'état actif ne semble pas avoir besoin d'être discuté davantage. Les tiges qui reviennent en activité montrent de suite un développement complet qui n'est inférieur en rien à celui des formes affines; la longueur seule de la tige est variable.

Les bractées des Crucifères en donnent un second exemple. Cette famille se distingue facilement par ses pétales disposés en croix et par ses fleurs qui sont groupées en longues

grappes. Dans les autres familles, on observe une bractée à la base de chaque pédoncule floral de l'inflorescence, selon la règle générale qui veut que, dans les plantes supérieures, les branches latérales soient situées à l'aisselle des feuilles. Les bractées sont des feuilles réduites dont les grappes de fleurs de Crucifères sont généralement dépourvues. Les pédoncules floraux, à bases nues, naissent sur l'axe commun en des points quelconques.

On en conclut que les Crucifères forment une exception à la règle générale et qu'elles doivent dériver d'autres types qui suivaient cette règle et qui, par conséquent, montraient des bractées florales. En d'autres termes, les bractées ont dû disparaître dans la variation qui a donné naissance à toute la famille. Si l'on accepte cette conclusion, on doit regarder la réapparition accidentelle des bractées dans la famille comme un cas d'atavisme systématique analogue par tous ses caractères à la réapparition de la tige dans la Primevère acaule. L'importance systématique de ce phénomène est toutefois beaucoup plus considérable que dans le premier cas; au lieu de n'affecter qu'un caractère spécifique, la disparition des bractées est devenue un caractère de la famille entière.

On peut observer ce retour dans des conditions qui se rattachent à deux principes très différents. D'une part, les bractées peuvent se rencontrer bien développées sur un petit nombre d'espèces rares où elles présentent la valeur d'un caractère spécifique. D'autre part, on peut les voir réapparaître comme des anomalies, mal développées, souvent très rares et avec tous les caractères d'une variation accidentelle. Parfois aussi, elles sont si communes qu'elles semblent presque normales.

Parmi les cas particuliers que nous allons examiner maintenant, il faut tout d'abord porter notre attention sur le genre *Sisymbrium*, groupe d'environ cinquante espèces à grande distribution géographique, parmi lesquelles il faut citer le *Sisymbrium officinale* qui est peut-être la plus commune des mauvaises herbes. On signale deux espèces qui présentent des bractées: le *Sisymbrium hirsutum* et le *S. supinum*. Chaque pédoncule floral de leur longue grappe est

situé à l'aisselle d'une de ces bractées, etc caractère est très naturel, puisqu'il correspond exactement à ce que l'on voit dans les inflorescences des autres familles. A côté des *Sisymbrium*, il y a encore six autres genres qui présentent des particularités analogues.

On a déjà fait allusion à l'*Erucastrum Pollichii*, dans une conférence précédente, en examinant le même problème à un autre point de vue. Il fournit, comme on l'a déjà dit, un des exemples les plus manifestes et des plus faciles à récolter de caractères latents devenant actifs par atavisme systématique. En fait, on observe si fréquemment la présence de bractées sur les grappes florales de cette plante que certains auteurs les regardent comme tout à fait normales. Mais, contrairement aux espèces de *Sisymbrium* citées ci-dessus, on ne les voit point à la base de tous les pédoncules floraux, mais seulement à la base de ceux qui sont situés à la partie inférieure de la grappe, souvent d'un petit nombre, dix ou douze et rarement plus. En outre, les bractées présentent un caractère qui est un indice auquel on peut reconnaître une anomalie; elles n'ont pas toutes la même taille; elles diminuent de longueur depuis la base de la grappe jusqu'en haut pour disparaître graduellement.

A côté de ces cas rares, on connaît encore un nombre considérable d'espèces de Crucifères sur lesquelles on a pu observer la présence de bractées florales. Penzig donne, dans son livre remarquable sur la Tératologie des Plantes, une liste de trente-trois genres offrant cette particularité, et même, l'anomalie se présente souvent sur plus d'une espèce de chacun d'eux. Les Choux ordinaires fournissent peut-être le meilleur exemple connu et tout excès de nourriture ou toute cause anormale de croissance semble pouvoir provoquer le développement des bractées. L'Alliaire officinale (*Alliaria*), la Bourse à pasteur, le Vêlar fausse-Girolée ou *Erysimum Cheiranthoides* et beaucoup d'autres Crucifères en donnent des exemples.

Il en est de même pour la Bourse à pasteur de Heeger, la nouvelle espèce qui est née à Landau, en Allemagne, de la Bourse à pasteur commune; dans mes cultures de la forme nouvelle, j'ai vu apparaître l'anomalie à plusieurs reprises, ce

qui prouve que la mutation qui a modifié les fruits n'a pas le moins du monde diminué la particularité anormale du genre. Dans tous ces cas les bractées se comportent comme celles de l'*Erucastrum*; elles ne se trouvent qu'à la base de la grappe et diminuent de taille à mesure que l'on examine les fleurs supérieures.

Il existe un autre caractère de moindre importance en relation avec ces bractées atavistes; comme il accompagne presque toujours les bractées, il retiendra notre attention, car il indique la présence d'un autre caractère latent. En général, les bractées sont soudées à la base des pédoncules floraux situés à leur aisselle. La cohésion n'est pas complète, ni même toujours développée au même degré. Parfois elle s'étend sur une grande partie de deux organes dont elle ne laisse que les pointes libres. Mais, dans d'autres cas, elle se limite à une petite partie de la base des organes; il est très intéressant de remarquer que l'on a observé la même suture aussi bien sur la Bourse à pasteur, le Vêlar et les Choux que sur l'*Erucastrum* et la plupart des autres cas de bractées atavistes. Cette coïncidence suggère l'hypothèse d'une origine commune pour ces anomalies et nous conduit à admettre que les ancêtres de toute la famille, avant de perdre les bractées, ont présenté ce mode particulier de suture des pédoncules floraux et de leurs bractées.

On trouve encore un grand nombre d'autres cas semblables d'atavisme systématique dans beaucoup d'autres familles, présentés soit par des bractées, soit par des organes analogues. Le Aroïdées produisent parfois de longues bractées en des points différents de leur spadice comme on peut le voir sur l'espèce cultivée en serre, *Anthurium Scherzerianum*. On a signalé des Pavots qui portaient des bractées analogues aux petites pièces membraneuses qui se trouvent vers le milieu des pédoncules floraux des Pensées; on connaît un cas semblable pour la Digitale jaune ou *Digitalis parviflora*. Les Digitales ont, en général, des pédoncules floraux nus, dépourvus des deux petits organes foliacés et opposés que l'on voit si souvent sur d'autres plantes. L'espèce jaune toutefois semble produire de semblables écailles de temps à autre. Le genre des Chèvrefeuilles a en

général un pétiole dépourvu de stipules, mais on a observé ces organes sur le *Lonicera Etrusca*, libres sur certains échantillons, soudés sur d'autres à la base de la feuille et même connés avec la base de la feuille opposée.

On pourrait donner d'autres exemples qui prouvent que les bractées et les stipules sont capables de réapparaître comme des anomalies dans les familles où elles manquent d'ordinaire. On est ainsi conduit à admettre qu'il faut s'attendre à observer, comme caractères anormaux, ceux que l'on connaît comme étant normaux dans les genres voisins. On ne peut douter, dans ces cas, que leur absence est due à une perte apparente qui résulte de la mise en inactivité ou de la réduction d'une qualité autrefois active. Lorsque le caractère prend l'état actif, il donne l'impression et la signification de ce que l'on décrit sous le nom d'atavisme systématique.

On peut observer un exemple très curieux de bractées réduites qui se développent d'une manière anormale dans une variété de Maïs qu'on appelle *Zea Mays cryptosperma* ou *Zea Mays tunicata*. Les grains du Maïs ordinaire sont enveloppés par des écailles petites et minces, peu visibles et membraneuses. On ne peut les voir sur les épis intacts, mais, à maturité, on les met facilement en évidence, en détachant les grains. Dans le Maïs tunique, ces écailles sont développées au point de cacher complètement les grains. Cette espèce montre donc un cas de retour atavique au caractère de quelque ancêtre inconnu, puisque les Maydées sont le seul groupe de la famille des Graminées dont les fruits soient nus. La variété *tunicata* a été considérée pour la même raison comme étant la forme sauvage primitive dont les autres variétés de Maïs sont dérivées. Mais, comme nous ne possédons aucune preuve historique de cette hypothèse, il nous faut la donner comme telle, malgré le haut intérêt que présente cette conception.

On peut encore prendre la famille des Prêles pour donner des preuves plus complètes de notre théorie. Certaines espèces ont des tiges de deux sortes, les unes fertiles sont brunâtres et apparaissent au début du printemps, avant les autres qui sont vertes et stériles. Il existe d'autres espèces de Prêles

dont les tiges sont toutes identiques, vertes et terminées par un épi conique couvert d'écaillés portant les sporanges. Il faut manifestement considérer les types dimorphes comme étant les plus jeunes, soit qu'ils forment des exceptions évidentes à la règle commune, soit que l'on regarde la division du travail qu'ils présentent comme l'indice d'une évolution plus élevée. Parfois, ces espèces dimorphes retournent à l'état primitif et donnent un cône fertile au sommet de tiges développées en été et vertes.

J'ai eu l'occasion de récolter un exemple de cette anomalie en Suisse sur l'espèce de grande taille *Equisetum Telmateja* et on en trouve d'autres cas signalés dans les mémoires de tératologie. C'est un exemple évident d'atavisme systématique apparaissant d'une manière soudaine et fournissant le développement complet de toutes les qualités qui sont nécessaires pour la production normale de sporanges et de spores. Il faut que toutes ces qualités soient latentes dans les tissus jeunes des tiges vertes.

J'ai eu l'occasion, à plusieurs reprises, de signaler le phénomène de torsion présenté, soit par les Cardères, soit par quelques autres plantes. On a vu que cette anomalie est analogue aux exemples décrits de double adaptation. Dans les deux cas domine la capacité de développer des caractères antagonistes. Ces derniers sont considérés comme existant côte à côte sans laisser de traces aussi longtemps qu'ils sont inactifs. Mais dès que l'évolution les met en activité, ils s'excluent mutuellement parce qu'il n'y en a qu'un seul sur les deux qui puisse se développer sur le même organe. Ce sont les circonstances extérieures qui déterminent celui qui dominera et celui qui restera à l'état latent. La variation se détermine séparément pour chaque tige et pour chaque branche, mais, en général, les axes les plus vigoureux sont plus sujets à fournir les anomalies que les axes faibles.

C'est exactement le même phénomène que dans les cas de double adaptation. Chaque bouton de la Renouée amphibie peut se développer soit en tige dressée, soit en tige flottante, selon qu'il est entouré d'eau ou qu'il pousse sur un sol relativement sec. Dans d'autres cas, et ce sont les plus fréquents, l'utilité de la variation est moins évidente, mais on

peut prouver, ou regarder comme très probable, que cette variation doit servir. En tout cas, le mot adaptation renferme l'idée d'utilité et toute modification manifestement inutile ne peut que difficilement être rangée dans cette catégorie de phénomènes.

Nous avons ainsi à examiner la question de l'hérédité. Il est évident que des fleurs des tiges flottantes et dressées de la Renouée amphibie produiront des semences qui seront capables de fournir l'une ou l'autre forme. Il en est exactement de même pour les Cardères ; elles donnent environ 40 % de descendants qui présentent des tiges tordues, sans que la nature des parents, qu'ils soient tordus ou normaux, ait aucune importance.

On peut maintenant étudier le phénomène de la torsion à un tout autre point de vue. Il s'agit de savoir si c'est un exemple d'atavisme systématique, c'est-à-dire de réacquisition de quelque qualité ancienne et perdue depuis longtemps. Cette qualité serait la disposition alterne des feuilles qui, dans la famille des Dipsacées, a été remplacée par le groupement des feuilles par paires opposées. Pour établir la valeur de cette hypothèse, il est nécessaire de discuter séparément deux points, à savoir la position relative des feuilles, puis l'action de la disposition alterne des feuilles sur la torsion des tiges.

Les feuilles sont disposées sur les tiges et les branches de différentes façons ; les unes sont très communes dans tout le règne des plantes supérieures, tandis que les autres sont plus rares ; d'ailleurs ces dispositions spéciales sont, en règle générale, particulières à des groupes systématiques bien définis. Ces groupes peuvent être très importants et renfermer, par exemple, les Monocotylédones dont les feuilles sont dans beaucoup de familles placées sur deux génératrices opposées de la tige. La disposition peut aussi caractériser de petits groupes de plantes comme des genres ou des subdivisions de genres. Exception faite de ces cas spéciaux, la tige principale et la majeure partie des branches de tout l'ensemble généalogique des plantes supérieures présentent la disposition spiralee c'est-à-dire l'arrangement en torsade, puisque toutes les feuilles sont insérées en des points

différents et sur des faces différentes des tiges. Il faut admettre que cette disposition est primitive et que les types plus spécialisés en sont dérivés. Comme pour tous les caractères en général, la disposition spiralée varie autour d'une moyenne, la spirale étant plus ou moins serrée. La disposition spiralée et serrée entraîne la condensation des feuilles, alors que la disposition lâche les écarte. En rapport avec ces variations fluctuantes, on observe que le nombre des feuilles insérées sur un nombre donné de spires diffère avec les espèces. Dans la grande majorité des cas, on trouve treize feuilles sur cinq spires et, puisque c'est la seule proportion dont on ait à parler à propos des Cardères, nous n'en examinerons point d'autres. Dans les Cardères normales, la disposition spiralée est disparue, elle est remplacée par la disposition décussée. Les feuilles sont associées par paires ; chaque groupe de deux feuilles se trouve sur le côté opposé d'un nœud ; les paires successives alternent entre elles de manière que les feuilles soient placées à angles droits. Les feuilles forment donc sur la tige tout entière quatre rangées équidistantes.

Sur la tige normale de la Cardère, les deux organes qui forment une paire de feuilles sont soudés entre eux d'une manière assez compliquée. Les feuilles sont largement sessiles et leurs bases sont soudées de telle sorte qu'elles forment une coupe dont les bords dressés peuvent retenir l'eau des pluies qui remplit la coupe jusqu'aux bords. On croit que ces petits réservoirs présentent une certaine utilité pour la plante en écartant les fourmis du miel de leurs fleurs. Au point de vue de la structure interne de la tige, on trouve à la base de ces coupes que les faisceaux vasculaires des deux feuilles opposées sont étroitement réunis de manière à former un anneau qui entoure la tige ; cet anneau l'empêcherait de croître en épaisseur si la nature de la plante était de grossir. Mais comme les tiges meurent à la fin de l'été qui correspond à leur développement, cette structure n'entraîne aucun désavantage réel.

On peut observer la disposition opposée des feuilles avec alternance des verticilles aussi bien dans le bouton que sur les tiges adultes, en faisant des sections à travers

le cœur de la rosette de la première année. Si on fait la section à la base et horizontalement, les paires de feuilles montrent les ailes soudées qui constituent les réservoirs d'eau; si on fait une section verticale, les feuilles opposées paraissent indépendantes l'une de l'autre. Pour comparer la disposition des feuilles des plantes tordues avec leur distribution sur les Cardères normales, le meilleur moyen est de faire, dans les deux cas, une section à travers le cœur de la rosette de première année.

Il n'est pas nécessaire de faire des préparations microscopiques. A l'automne, on aperçoit immédiatement la variation de disposition qui affecte les feuilles centrales de la rosette; les premières feuilles offrent toujours la disposition opposée qui est conservée sur les plantes à tiges dressées et normales; la préparation à la torsion commence à la fin de la première année et se traduit par un arrangement spécial des feuilles. Des coupes microscopiques permettent de suivre la continuité de la torsion jusqu'au centre même de la rosette. Les sections faites au printemps montrent que la disposition primitive des feuilles de la tige se continue jusqu'au point de croissance de l'axe. Il est facile de compter le nombre des feuilles qui correspondent à un nombre donné de spires et on trouve treize feuilles pour cinq spires, chiffres qui sont exactement ceux que l'on a donnés plus haut comme caractère de la disposition ordinaire des feuilles alternes dans la majorité des végétaux.

Si nous laissons, pour le moment, les modifications qui résultent de cette disposition spiralée, nous voyons immédiatement que nous avons ici un exemple d'atavisme systématique. Les Cardères tordues n'ont plus leurs feuilles décussées, mais les feuilles ne sont pas distribuées d'une manière quelconque; il s'est formé un nouvel arrangement bien défini, que l'on doit regarder comme l'arrangement normal des feuilles des ancêtres de la famille des Cardères. C'est donc un exemple d'atavisme. On ne peut trouver évidemment aucune autre explication que celle qui résulte de l'hypothèse que le caractère de divergence foliaire  $\frac{13}{5}$  est encore latent, quoique n'apparaissant pas sur les Car-

dères. Mais, au moment précis où la qualité de donner des feuillés opposées disparaît, ce caractère le remplace. Il devient aussi accusé qu'il a dû l'être sur les ancêtres. Il fait encore partie des qualités de leurs descendants et à ce point de vue il n'a pas changé. Cette étude nous prouve donc que la torsion est un exemple d'atavisme systématique et, dans ce cas, la preuve ne résulte pas d'un examen de la plante adulte, mais de l'étude des conditions de jeunesse.

Il reste à expliquer comment les tiges tordues dépendent, en fin de compte, de cette disposition initiale des feuilles. Avant de le faire, il serait préférable de montrer que le cas des Cardères n'est pas isolé, mais que beaucoup d'autres exemples conduisent aux mêmes conclusions. La Valériane, à laquelle nous avons fait déjà allusion, présente parfois, au début du printemps, certaines rosettes dont la disposition spéciale des feuilles indique à la fois leur atavisme et leur tendance à la torsion même avant le développement des tiges.

L'Œillet de poète (*Dianthus barbatus*) en fournit un autre exemple très intéressant parce qu'il existe une race tordue qui peut en produire des milliers d'échantillons montrant tous les degrés possibles de variation dans un seul lot de plantes. Le *Viscaria oculata* en est un troisième exemple qui appartient à la même famille.

Le Gratteron (*Galium*) renferme aussi beaucoup d'espèces qui de temps à autre présentent des tiges tordues. J'ai pu en observer en Hollande sur le *G. verum* et le *G. Aparine*. Ces deux anomalies semblent être relativement rares; je n'ai pas réussi à provoquer leur répétition par des cultures prolongées.

Les espèces qui portent d'ordinaire leurs feuilles en verticilles sont aussi sujettes à montrer des atavistes naturels de cette nature. Ainsi la Prêle géante ou *Equisetum Telmateja*, la même qui, de temps à autre, présente des épis à l'extrémité de ses tiges vertes d'été, a des verticilles se transformant en lignes spirales très nettes. Le *Casuarina quadrivalvis* offre parfois la même anomalie sur ses petites branches latérales.

Pour voir maintenant comment la torsion résulte de la disposition spiralée des feuilles, il nous faut examiner cette disposition sur les feuilles adultes. On aperçoit de suite la ligne

spirale que l'on peut suivre facilement depuis la base jusqu'à la pointe de la tige; dans les exemples les plus accentués, elle se continue sans interruption, mais il n'est pas rare qu'elle se termine par un verticille de trois feuilles, suivi d'un entre-nœud à partir duquel les feuilles sont disposées par deux ou par trois.

La spirale affecte la partie inférieure des feuilles ainsi que les branches latérales situées à leur aisselle; la direction de la surface formée par les feuilles est opposée à celle de la torsion et les côtes spiralées croisent la ligne d'insertion des feuilles presque à angle droit. Sur cette ligne, les feuilles sont plus rapprochées que ne le demande la disposition primitive de cinq spirales pour treize feuilles. En réalité, il n'est pas rare de compter dix feuilles et même treize feuilles sur une seule spire. La torsion peut même devenir, en certains points, si accentuée que les feuilles semblent disposées sur une ligne droite longitudinale. Toutes les feuilles insérées sur cette ligne se dressent dans la même direction et l'ensemble a l'aspect d'un étendard flottant.

La spirale de la tige n'est autre que la continuation de la spire que l'on pouvait voir à l'intérieur des rosettes de première année; on peut remarquer, en effet, qu'elle est de plus en plus faible à mesure qu'on se rapproche de la base de la tige. Il faut donc la regarder comme formant une ligne continue qui, dans la période de développement initial, portait des feuilles équidistantes et disposées comme dans la rosette. Les sections transversales faites dans le sommet de la tige en voie de croissance confirment cette conclusion.

De ces divers faits, nous pouvons admettre que l'inclinaison de la ligne spirale augmente à mesure qu'on s'élève sur la tige, et se modifie graduellement jusqu'à donner l'état de torsion. Au début, il fallait 5 spires pour rencontrer 13 feuilles, mais ce nombre diminue et 4, 3 ou même 2 spires suffisent bientôt pour l'insertion du même nombre de feuilles, c'est-à-dire 13. Enfin la spirale elle-même se transforme en une ligne droite. Cette variation consiste en une détorsion de toute la spirale, et pour qu'il en soit ainsi, il faut que la tige soit tordue au point de superposer les arêtes qui sont opposées dans la tige normale. La torsion de la collerette foliaire

entraîne la torsion des côtes longitudinales de la tige; plus la torsion devient forte, plus la collerette formée par les feuilles se redresse et plus l'axe de la tige se tord. Il est bien évident que l'on arrive à observer la superposition de feuilles qui devraient être opposées. La torsion est la conséquence inévitable du renversement de la collerette.

Il reste maintenant à donner la preuve directe du renversement de la torsion et ensuite à en discuter la cause. Le renversement de la torsion peut être mis en évidence par une expérience très simple; il ne se produit que lentement et il suffit de noter la position de l'une des jeunes feuilles de la tige en voie de croissance d'un individu tordu, puis d'observer le changement de position quelques heures plus tard. On verra que la jeune feuille a légèrement tourné autour de la tige et qu'enfin elle a accompli une révolution complète dans le sens opposé à la torsion; de cette manière on voit immédiatement le déroulement.

Il faut chercher la cause de ce phénomène dans l'intime connexion des bases des feuilles. On a dit plus haut que les faisceaux vasculaires forment un câble solide qui est enroulé sur la tige le long de la ligne d'insertion des feuilles. La croissance des entre-nœuds peut tendre ce câble jusqu'à un certain degré, mais il est trop solide pour se briser; il s'oppose donc à la croissance normale et le seul moyen par lequel les entre-nœuds peuvent réagir aux forces qui tendent à les allonger est de redresser le câble. De cette façon, les entre-nœuds trouvent l'espace nécessaire pour se développer; ils prennent des directions anormales, ce qui courbe l'axe et tord les côtes saillantes de la tige.

On peut donner, par une expérience simple, la preuve que cette explication est exacte. Si le câble fibro-vasculaire est l'obstacle mécanique qui empêche la croissance normale, nous pouvons essayer de voir ce qu'il adviendra après la section du câble. On aura ainsi supprimé, au moins localement, l'obstacle à la croissance. Mais il est évident que cette opération doit être faite très tôt, au début de la période de croissance et, en tout cas, avant que le câble fibro-vasculaire ait commencé à se dérouler. Il arrive souvent que les blessures, faites à cette époque, donnent naissance à des

déformations, mais j'ai réussi, malgré cette difficulté, à établir la preuve demandée. Les tiges qui ont subi l'opération se redressent pour les parties où le câble est coupé, mais la torsion persiste, sans modification, dans les parties inférieures et supérieures au point où la section du câble a été faite.

Il arrive parfois que les plantes réussissent à briser le câble en deux parties et la tige tordue se trouve subdivisée par deux ou plusieurs entre-nœuds allongés et droits qui donnent à l'ensemble un aspect frappant. Les portions de la collerette sont réunies par une ligne qui porte les traces de la déchirure et qui montre ainsi les modifications produites dans les tissus. D'autres fois le redressement se produit exactement en face d'une feuille qui se déchire en deux portions fixées sur la tige par deux bases distinctes.

Pour résumer cette description des qualités héréditaires de nos Cardères tordues et de leurs conséquences mécaniques, nous pouvons dire que la perte de la disposition dressée et normale des feuilles est la cause de tous les changements observés. L'adaptation spéciale qui a entraîné la disposition des feuilles par paires opposées remplaçait et cachait la disposition spiralée ancienne et générale. Lorsque l'adaptation disparaît, le caractère ancien, d'après la règle de l'atavisme systématique, redevient actif; il s'étale et reprend sa place. Si les connexions fibro-vasculaires de la base des feuilles étaient disparues en même temps, la tige se serait développée en restant droite et élevée. Or, ce n'est pas le cas et les bases des feuilles forment une collerette continue qui se substitue aux anneaux séparés et par suite empêche l'allongement des entre-nœuds qui, à leur tour, évitent cette difficulté en se tordant sur eux-mêmes dans un sens opposé à celui de la spirale foliaire.

Comme dernier exemple d'atavisme systématique, je vais prendre le cas de retour présenté par la Tomate. Quoique la culture de cette plante soit récente, il semble qu'elle est à l'heure actuelle en état de mutation, soit qu'elle produise de nouvelles lignées, soit qu'elle reprenne des caractères ayant appartenu à ses ancêtres présumés. Dans son livre, *On the survival of the unlike*, Bailey a donné une description détaillée

des diverses formes; de plus, il a étudié avec soin les causes des changements et il a montré que les Tomates avaient une grande tendance au vicinisme. La disparition des variétés est due, dans la majeure partie des cas observés, à des croisements accidentels faits par des insectes. Il n'est pas rare d'ailleurs que des améliorations même soient obtenues de cette façon.

En plus de ces changements communs et souvent inévitables, il s'en présente aussi d'autres, plus importants, dont deux méritent d'être mentionnés. Ils ont fourni les variétés « Upright » et « Mikado », qui diffèrent beaucoup de leurs parents et même plus que ceux-ci ne diffèrent de leurs prototypes sauvages. Leurs caractères sont stables dans les semis. La race « Mikado » ou *Lycopersicum grandifolium* (*L. latifolium*) a des folioles plus larges et moins nombreuses que la forme commune dont les feuilles sont grêles et légèrement plus molles. Elle s'en distingue aussi par un limbe plat ou uni à bords décurrents, mais nous ne nous occuperons pas ici de cette variété. Le type « Upright » a des tiges et des branches raides qui se tiennent sans supports et ressemble davantage à une Pomme de terre qu'à une Tomate, d'où le nom *Lycopersicum solanopsis* ou *L. validum* sous lequel on le décrit d'habitude; le feuillage de cette plante est si distinct qu'il fournit des caractères botaniques assez importants pour justifier ce nom d'espèce. Les folioles sont moins nombreuses et très modifiées; les fleurs ne sont qu'au nombre de deux ou trois dans chaque inflorescence. Cette race curieuse a pris naissance subitement sans aucune variation préalable et on se souvient encore du lieu et de la date de cette mutation. Jusque dans ces dernières années, elle n'avait pas réapparu pour la seconde fois. Il faut évidemment la regarder comme un exemple de retour.

Les tiges molles des Tomates communes présentent tous les caractères d'un état résultant de la culture; elles ne peuvent se tenir dressées et il faut les soutenir par des tuteurs; de plus, la couleur des feuilles est d'un vert plus pâle que celui qu'on pourrait attendre d'une plante sauvage. Les autres espèces du genre *Solanum*, dont le *Lycopersicum* est une subdivision, ont des tiges qui, en règle générale, sont

dressées et se soutiennent d'elles-mêmes. On n'en connaît que peu d'exceptions qui sont d'ailleurs des adaptations spéciales comme les tiges grimpantes de la Douce-amère.

Cette discussion semble nous permettre de conclure que l'apparition du type dressé est de l'atavisme systématique. Il diffère toutefois des exemples que nous avons déjà étudiés par ce fait que ce n'est pas un monstruosité, ni même une race instable, mais bien une forme aussi constante que la variété ou même l'espèce la mieux fixée. A ce point de vue, il faut le regarder comme un type particulier parmi les exemples connus de la règle universelle des retours systématiques.

Récemment, la même mutation est apparue dans le jardin de C. A. White, à Washington. Dans ce cas, la forme parente était l'« Acmé » qui présente le port et la croissance ordinaires, caractérisés par la faiblesse et l'étalement des tiges. Cette variété est reconnue comme l'une des meilleures et des plus stables et elle fut cultivée pendant de nombreuses années chez Mr. White sans montrer aucune tendance à se modifier. Les graines, recueillies en 1899 sur quelques-unes des meilleures plantes, furent semées au printemps suivant, et les jeunes plantules montrèrent, sans qu'on s'y attendit, des différences bien nettes avec leurs parents; dès le début, elles furent plus vigoureuses et plus dressées, plus compactes et d'un vert plus sombre que la variété « Acmé »; lorsqu'elles eurent atteint le stade de la maturation du fruit, elles présentèrent tous les caractères des Tomates à port dressé ou *Lycopersicum solanopsis*. Le lot entier des plantes ne renfermait qu'environ trente échantillons, nombre trop faible évidemment pour qu'on puisse en tirer des conclusions solides. Mais tout le lot présentait les caractères du type nouveau et on ne pouvait y reconnaître aucun individu du vrai type « Acmé ». Le fruit en différait par la saveur, la consistance et la couleur; il mûrissait aussi plus tôt. On ne récolta pas de graines sur ces plantes, mais, l'année suivante, la variété Acmé fut de nouveau semée et cette fois resta complètement stable. Cependant des graines récoltées en 1900 sur ces dernières plantes reproduisirent la mutation et donnèrent en 1902 un type absolument identique à la

forme nouvelle décrite plus haut; elle fut désignée par l'obtenteur sous le nom de « The Washington ». Mr. White eut l'obligeance de m'envoyer des graines de la seconde mutation, graines que j'ai semées dans mon jardin où elles se sont montrées absolument fidèles au type nouveau.

Il faut évidemment admettre, dans le cas des Tomates comme dans les exemples fournis par les autres genres étudiés, que les caractères des ancêtres qui n'étaient point visibles sur leurs descendants immédiats n'étaient pas pour cela complètement perdus, mais qu'ils existaient encore à l'état latent. Ils peuvent revenir en activité d'une manière inattendue et présenter de suite tous les traits que leurs ancêtres ont portés antérieurement.

A ce point de vue, il faut croire que la latence est un des phénomènes les plus communs de la nature. On peut regarder tous les organismes comme formés, dans leur structure interne, d'une foule d'unités qui sont en partie actives et en partie inactives. Ces unités, qui sont extrêmement petites et dont le nombre est si grand qu'on peut à peine l'imaginer, doivent être représentées par des particules matérielles qui sont les éléments les plus intimes des cellules.

---

## VINGT-TROISIÈME CONFÉRENCE

### ANOMALIES TAXINOMIQUES

La théorie de la descendance est principalement fondée sur des études comparées qui ont l'avantage d'en montrer la portée très grande et d'entraîner la conviction par l'accumulation de preuves tirées des sources les plus différentes. D'autre part, la théorie de la mutation repose directement sur des recherches expérimentales et, jusqu'ici, les faits qui démontrent la métamorphose actuelle d'une forme en une autre sont extrêmement rares. Il est toujours difficile de se rendre compte de la valeur des conclusions que l'on déduit de cas isolés choisis dans toute la série des phénomènes analogues. Cette difficulté est particulièrement grande dans notre cas. Les faits systématiques et expérimentaux semblent montrer qu'il existe des lois universelles et il est peu probable que le processus de la production de nouvelles espèces diffère pour les divers embranchements des règnes animal et végétal. De plus, le principe des unités spécifiques, dont la valeur n'a été complètement appréciée que tout récemment, s'accorde parfaitement avec la théorie de mutations soudaines. Ces deux conceptions réunies donnent une grande force à l'hypothèse de la naissance brusque de tous les caractères spécifiques.

Les recherches expérimentales sont toujours limitées et le nombre des cas qui permettront d'observer directement le processus de la mutation ne sera probablement jamais assez grand pour renfermer toute l'étendue du domaine de la théorie de la descendance; par conséquent, il sera toujours nécessaire de montrer que les ressemblances qui existent entre les cas observés et les autres sont telles que l'on ne puisse douter que les uns et les autres obéissent aux mêmes lois.

Pour arriver à fournir ces preuves, on peut chercher d'autres moyens que la comparaison directe des mutations décrites dans les conférences précédentes avec les cas analogues de production d'espèces et de variétés, soit dans la culture, soit dans la nature. Cette autre méthode consiste en l'étude des phénomènes désignés par Casimir de Candolle sous le nom d'anomalies taxinomiques. Il existe en effet des caractères qui, dans certains cas, sont spécifiques et qui, dans d'autres cas, apparaissent comme des anomalies ou des variétés. Si l'on peut montrer que ces caractères d'espèces et de variétés sont identiques ou presque, il sera évidemment permis d'admettre que tous deux ont la même origine. En d'autres termes, on peut considérer que les caractères spécifiques sont apparus suivant les lois qui régissent la production des anomalies et on peut admettre qu'il sera possible de les mettre en évidence, de la même façon, dans nos expériences. On est ainsi conduit à regarder comme étant à notre portée l'étude expérimentale de l'origine des espèces.

La valeur et le sens de ces considérations apparaîtront de suite, si l'on choisit un exemple précis. L'un des plus communs et des plus convaincants me semble fourni par la cohésion des pétales dans les fleurs gamopétales. On admet généralement que les familles dont les pétales sont soudés entre eux constituent une ou deux branches principales de l'arbre généalogique du règne végétal tout entier. Eichler et d'autres croient que les Gamopétales ne constituent qu'une seule branche, c'est-à-dire une grande subdivision du système. D'autre part, Bessey a montré qu'il était probable que les diverses familles à ovaire infère dérivent d'une souche distincte. Exception faite de ces différences d'opinions, la soudure des pétales est regardée par tous comme l'un des caractères systématiques les plus importants.

Comment ce caractère peut-il avoir pris naissance? On admet d'ordinaire que les Gamopétales les plus inférieures renferment la famille des Bruyères ou Ericacées et les familles les plus voisines où la soudure des pétales est encore soumise à des retours accidentels. On peut l'observer, en effet, soit comme caractères spécifiques, soit comme anomalies. Le Thé

du Labrador (*Ledum*), le *Monotropa* et la Pyrole (*Pyrola*) sont des exemples de plantes gamopétales présentant, par un phénomène de retour, des pétales libres. Les Bruyères (*Erica Tetralix*) et les Rhododendrons montrent de temps à autre les mêmes déviations qui sont alors une anomalie, et même, il existe dans nos jardins une variété de l'espèce commune *Rhododendron ponticum* dont la corolle est plus ou moins divisée; elle a parfois cinq pétales libres; ailleurs, on ne trouve qu'une ou deux pièces complètement distinctes, les autres étant encore partiellement soudées.

L'examen de ces cas d'atavisme rend probable l'hypothèse que la suture des pétales est apparue de la même façon, mais par une modification dans le sens opposé. On peut en fournir la preuve directe en citant une curieuse observation faite par Vilmorin sur un Pavot horticole, le *Papaver bracteatum*, dont les fleurs brillantes et grandes ont, comme tous les Pavots, quatre pétales libres. Dans les pépinières de MM. Vilmorin où on le cultive sur une grande surface pour en récolter les graines, il se présente de temps à autre des individus anormaux qui possèdent la tendance à avoir les pétales soudés. Les fleurs deviennent ainsi monopétales et toute la lignée est désignée sous le nom de *Papaver bracteatum monopetalum*. Henri de Vilmorin a eu l'amabilité de m'envoyer quelques-unes de ces plantes qui ont fleuri dans mon jardin pendant plusieurs années. L'anomalie est très variable; certaines fleurs sont tout à fait normales et ne montrent aucune soudure; d'autres sont complètement gamopétales et leurs quatre pétales sont soudés depuis leurs bases jusqu'aux bords et forment une coupe qui, par suite de la grande largeur des pétales, est trop évasée pour être très profonde.

On observe assez souvent des stades intermédiaires; tantôt il n'y a que deux ou trois pétales soudés ou bien encore la soudure ne s'étend pas sur toute la longueur des pétales. Ces exemples sont identiques à ceux du Rhododendron dont les corolles présentent une division incomplète. En laissant libre carrière à notre imagination, nous pouvons pour un moment admettre la possibilité d'une subdivision nouvelle du règne végétal ayant pour point de départ le Pavot de Vilmorin et dont le caractère principal serait la présence de

fleurs gamopétales. Si ce caractère se fixait et perdait son état actuel d'instabilité, ce groupe hypothétique de plantes gamopétales pourrait être homologué complètement au groupe correspondant des familles gamopétales. On ne peut donc faire d'objection à l'hypothèse qui veut que les Bruyères aient pris naissance de la même façon dans des lignées d'ancêtres à pétales libres. On connaît d'autres espèces du genre *Papaver* qui ont donné des fleurs gamopétales, telles que *P. hybridum*, cité par Hoffmann.

Les Pavots ne donnent pas les seuls exemples connus de gamopétalie accidentelle. Linné a observé la même anomalie, il y a longtemps, sur le *Saponaria officinalis*; depuis, Jaeger l'a remarquée sur le *Clematis Vitalba*, Schimper sur le *Peltaria alliacea*, Boreau sur le *Silene annulata* et il y en a d'autres encore. Il n'est pas douteux que cette anomalie soit fréquente et on ne peut trouver rien d'extraordinaire dans l'origine des familles gamopétales actuelles; c'est même un fait remarquable que cette anomalie ne se soit pas produite dans un plus grand nombre de cas; les Mauves par exemple ont montré à plusieurs reprises qu'elles possédaient cette tendance.

Les feuilles fournissent d'autres exemples d'anomalies taxinomiques. Beaucoup de genres dont les espèces présentent surtout des feuilles pennées ou palmées ont des types isolés à feuilles simples. On peut citer parmi les Ronces, *Rubus odoratus* et *R. flexuosus*; parmi les Araliacées, *Aralia crassifolia* et *A. papyrifera* et, parmi les Jasmins, le Sambac au délicieux parfum (*Jasminum Sambac*). Mais l'exemple le plus curieux est celui du Sainfoin oscillant ou *Desmodium gyrans* dont chaque feuille complète se compose d'une grande foliole terminale et de deux petites folioles latérales; celles-ci ont durant la nuit et le jour un mouvement irrégulier et saccadé que l'on a comparé aux oscillations d'un sémaphore. Le *Desmodium* est une Papilionacée, proche parente du genre *Hedysarum*, qui possède les feuilles palmées avec un nombre pair de folioles. La situation du groupe dans la distribution des genres ne permet pas de douter qu'il dérive d'ancêtres à feuilles palmées; à l'époque de son origine, le nombre des folioles a dû subir une réduction, tandis que la

foliole terminale prenait une augmentation de taille correspondante.

Il peut sembler difficile d'imaginer que cette grande modification se soit produite subitement. Cependant nous sommes obligé de nous familiariser avec cette idée; si étrange qu'elle puisse paraître à ceux qui sont accoutumés à la conception de modifications lentes et continues, elle n'en concorde pas moins complètement avec ce qui arrive dans la réalité. Par bonheur, on peut donner la preuve directe de cette affirmation en ce qui concerne un cas étroitement lié et complètement parallèle à celui du *Desmodium*, puisqu'il concerne une plante de la même famille.

C'est l'exemple de la variété monophylle du Faux Acacia ou *Robinia Pseud Acacia*. Nous avons vu, dans une conférence précédente, qu'il est apparu subitement dans une pépinière française en 1855. On peut le propager par graines et il offre un degré curieux de variation des feuilles. Dans quelques cas, les feuilles sont simples et le limbe, qui atteint une longueur de quinze centimètres, ressemble à peine à celui du Faux Acacia commun; sur d'autres feuilles, on voit une ou deux petites folioles à la base de la foliole terminale plus grande et les feuilles munies de ces organes sont en tout analogues à celles du *Desmodium*; elles reproduisent ses caractères importants presque identiquement et n'en diffèrent légèrement qu'en ce qui concerne la taille relative des divers éléments. Enfin, on observe de vrais intermédiaires entre les feuilles simples et les feuilles pennées. Autant que je puis l'affirmer, elles se développent sur les rameaux faibles soumis à des conditions défavorables; la foliole terminale diminue de taille et le nombre de folioles latérales augmente, ce qui prouve la présence à l'état latent du type primitif penné.

On peut regarder la naissance soudaine de ce Faux Acacia à feuilles simples dans une pépinière comme l'image de l'origine ancienne du *Desmodium*. Cette comparaison ne rapproche évidemment que les seuls caractères de la forme des feuilles et n'intervient nullement dans l'explication du mouvement des folioles. Mais la possession de feuilles simples et mieux l'augmentation de taille de la foliole terminale accom-

pagnée de la réduction des folioles latérales peuvent être suffisamment mises en lumière par l'exemple du Faux Acacia.

Il est intéressant de montrer que des variétés analogues sont nées, de la même façon, dans d'autres genres. On a déjà cité le cas du Fraisier monophylle; il est apparu dans le type ordinaire en Norvège et à Paris. De même, le Noyer possède une variété à feuilles simples; elle fut signalée pour la première fois dans la culture, vers 1864, mais son origine est inconnue. Une variété semblable de Noyer dont les feuilles n'ont qu'une foliole, de forme variable d'ailleurs, a été trouvée, il y a quelques années, à l'état sauvage dans une forêt près de Dieppe, en France; il semble qu'elle soit le résultat d'une mutation soudaine.

On a des documents plus nombreux sur l'origine des Frênes monophylles dont on voit souvent des variétés dans les parcs et les jardins. La forme commune a des feuilles larges à dents fortes qui sont de beaucoup plus arrondies que les folioles du Frêne ordinaire. La majorité des feuilles sont simples, mais certaines d'entre elles présentent à leur base une ou deux folioles plus petites, exactement analogues, à ce point de vue, aux variations du Faux Acacia monophylle; elles correspondent évidemment au même caractère latent et atavique. Dans certain cas, cette analogie est encore plus accusée et l'on observe des feuilles incomplètement pennées, ayant une ou plusieurs paires de folioles. A côté de ce type variable, il en existe un autre qui a été décrit par Willdenow; il possède exclusivement des feuilles simples toujours dépourvues de folioles latérales plus petites; on dit qu'il est complètement stable par semis, alors que les types plus variables de forme semblent aussi plus instables lorsqu'on les propage par voie sexuée.

Cette différence est si nette et constitue un critère si précis que Kock a proposé de faire deux variétés distinctes; le type pur est appelé par lui *Fraxinus excelsior heterophylla* et le type variable, *F. exheterophylla*. D'autres auteurs, et parmi eux Willdenow, ont préféré séparer les formes unifoliolées de l'espèce normale et les ont appelées *Fraxinus simplicifolia*.

Les Frênes unifoliolés se trouvent à l'état sauvage dans

différentes régions de l'Angleterre et, dans ces localités, on n'a pas signalé de forme intermédiaire. On a déjà insisté sur ce processus de formation de types nouveaux en ce qui concerne les variétés d'Aulnes à feuilles laciniées; par suite, on peut admettre que les Frênes monophylles sont nés brusquement, et souvent, dans l'espèce primitive à feuilles pennées. Le type pur de Willdenow doit être dans ce cas regardé comme le résultat d'une mutation légère et peut-être comme une véritable variété régressive, tandis que les formes variables ne doivent être regardées que comme des formes « instables ». Cette conception expliquerait en partie leur inconstance.

A ce point de vue, les faits historiques réunis par Korsinsky ne sont pas très convaincants. On ne peut presque jamais exclure le rôle du vicinisme et une partie du polymorphisme de la descendance doit être évidemment attribuée à ce facteur presque universel. Il est probable aussi que le vicinisme indirect joue un certain rôle et qu'il donne l'explication de quelques variations regardées comme des mutations de la variété. Ainsi, par exemple, dans le cas cité par Sinning, qui a trouvé qu'en semant les graines du Frêne commun on obtient dans une culture de quelques milliers de plantes une proportion de 2 % d'arbres monophylles, il est probable que les graines provenaient en partie de plantes normales, en partie d'hybrides du type normal avec le type monophylle; car ces hybrides ont sans doute des feuilles pennées analogues à celles de l'espèce parente et ne renferment le caractère de la variété croisée qu'à l'état latent.

Comme troisième exemple, nous prendrons celui des feuilles peltées dont les pétioles sont insérés au centre du limbe, disposition qui résulte de la suture des deux lobes de la base. Les Nénuphars en sont un exemple bien connu; leurs feuilles qui ont d'abord la forme d'un fer de lance se transforment ensuite, dans beaucoup d'espèces, en feuilles peltées presque circulaires qu'on observe très bien sur le *Victoria regia*, quoique cette plante à l'état jeune ne présente pas toujours tout l'intérêt qu'on lui accorde. On peut citer aussi les Capucines (*Tropaeolum*), les *Hydrocotyle* et beau-

coup d'autres espèces. Parfois, les feuilles peltées ne sont pas du tout circulaires, mais allongées, oblongues ou elliptiques et, dans ces cas, les lobes de la base seuls sont soudés. L'Eucalyptus à odeur de citron (*Eucalyptus citriodora*) est un des exemples les plus connus. Dans d'autres cas, les feuilles peltées sont plus ou moins creuses, elles forment de larges ascidies comme, par exemple, dans le genre de Crassulacées *Umbilicus*.

Tout le monde admet que la suture des lobes de base des feuilles constitue un bon caractère spécifique et normal. Néanmoins, on en trouve des exemples nettement analogues parmi les anomalies; telles sont les feuilles cupulées ou *ascidies* très fréquentes sur certains arbres comme le Tilleul (*Tilia parviflora*) et le Magnolia (*Magnolia obovata* et ses hybrides). Il est probable que ces deux espèces ont des variétés pourvues d'ascidies et d'autres qui en sont dépourvues. Pour le Tilleul, on connaît des exemples de certains arbres qui en produisent chaque année des centaines et il en est un qui pousse dans les environs d'Amsterdam, à Lage Vuursche. J'ai déjà fait plusieurs fois allusion à ces exemples, mais il faut ici faire une étude plus complète de la structure des ascidies; pour cela, je prendrai l'exemple du Tilleul. Examinons tout d'abord la forme des feuilles normales. Elles sont cordées à la base et surtout asymétriques, mais la forme générale varie d'une manière considérable.

La variation de forme est étroitement liée à la position des feuilles sur les rameaux et montre des relations précises, qui suivent la loi générale de périodicité. Les premières feuilles sont petites et à lobes arrondis; les suivantes atteignent une taille plus considérable et leurs lobes changent légèrement de forme. Dans les premières feuilles, les lobes sont si larges qu'ils se touchent sur une grande partie de leurs bords, mais ce contact diminue graduellement dans les organes qui se forment plus tard et les feuilles typiques ont leurs lobes nettement séparés. Or, il est facile de comprendre que le contact ou la séparation des lobes doit jouer un rôle considérable dans la formation des ascidies, surtout au stade où les bords se soudent. Les feuilles dont les bords se touchent peuvent montrer la suture sans autre

déformation; elles restent plates, deviennent peltées et ont une forme qui, pour ainsi dire, tient le milieu entre celles des feuilles des *Hydrocotyle* et des *Eucalyptus*.

Ainsi, des caractères qui sont spécifiques pour certaines plantes sont anormaux pour d'autres. Toutes les fois que les bords ne se touchent pas normalement et sont pourtant connés, malgré leur écartement, il faut que le limbe se plisse légèrement pour amener le contact nécessaire à la suture; c'est là l'origine de l'ascidie. Il est tout à fait utile d'insister sur ce fait que la largeur ou le rétrécissement des ascidies dépend de la forme de la feuille normale correspondante; plus les lobes sont écartés, plus l'ascidie sera profonde.

On peut ajouter que cette explication des différentes formes d'ascidies a une valeur générale. Les ascidies du *Plantain* lancéolé ou *Plantago lanceolata* sont des tubes étroits, parce que les feuilles sont oblongues ou lancéolées, tandis que celles de l'espèce de *Sagittaire* à larges feuilles, par exemple du *Sagittaria japonica*, ont une forme conique.

L'étude du *Tilleul* nous permet de conclure que les feuilles peltées normales doivent avoir pris naissance de cette façon. Comme les ascidies sont l'une des anomalies les plus fréquentes, nous pouvons en déduire que les chances de production de feuilles peltées ont dû être très grandes et bien suffisantes pour expliquer tous les exemples connus de feuilles peltées. Dans chaque cas, c'est de la forme préexistante de la feuille que résulte la forme définitive, soit de feuille peltée, soit de feuille tubulée. Autant que nous pouvons en juger, les feuilles peltées ne présentent aucun inconvénient, tandis que les ascidies doivent, par leur forme, réduire l'action de la lumière sur la feuille puisqu'elles cachent une partie considérable de la face supérieure. Aussi on conçoit aisément que les feuilles peltées soient un caractère spécifique fréquent, alors que les ascidies sont beaucoup plus rares. Celles-ci n'apparaissent que dans des cas spéciaux d'adaptation limitée comme, par exemple, dans les plantes dites à ascidies. Les genres *Nepenthes*, *Sarracenia* et quelques autres encore, sont bien connus et on pourrait même y joindre peut-être le genre *Utricularia*.

La production des caractères spécifiques par formation d'ascidies anormales ne se rencontre pas seulement dans ces cas généraux que nous venons d'étudier. Des détails plus ténus fournissent des preuves analogues qui résultent de l'étude soit des ascidies incomplètes, soit des ascidies doubles.

Les ascidies du *Nepenthes* appartiennent à la catégorie des ascidies incomplètes. Les feuilles se composent de trois parties : un limbe, un pédoncule et une ascidie; en d'autres termes, le limbe se termine à la pointe par un pédoncule qui est utilisé par la plante pour se cramponner sur les buissons qui l'entourent et grimper sur leurs branches. Mais l'extrémité de ce pédoncule porte une urne bien formée qui toutefois ne se développe qu'après les mouvements de torsion et de cramponnement du pédoncule. Certaines espèces ont des ascidies presque sphériques; d'autres sont plus allongées et souvent leur forme change avec la croissance de la tige; le bord de l'urne est renforcé par un repli épais et l'ouverture est fermée par un couvercle. On a décrit de nombreuses dispositions très curieuses de cet organe destiné à prendre les fourmis et d'autres insectes. Mais comme ces dispositions n'ont rien à voir avec l'objet de cette conférence, nous n'en parlerons pas.

De même, nous n'étudierons point les qualités physiologiques du pédoncule et nous porterons notre attention sur la seule association d'un limbe, d'une nervure médiane nue et d'une ascidie. C'est cette association qui sera la base de notre discussion. Il est possible qu'elle se soit produite tout d'un coup. Cette hypothèse est prouvée par la présence de la même association, comme caractère de variété, sur l'une de nos plantes cultivées les plus communes, le groupe bien connu des *Crotons* qui appartiennent au genre *Codiaeum*. Les variétés *interruptum* et *appendiculatum* présentent, comme leur nom l'indique, la subdivision du limbe en deux parties réunies par une nervure médiane nue. Leurs feuilles sont donc formées de trois parties; la partie inférieure conserve l'aspect du limbe, elle est terminée par une nervure principale dépourvue de nervures latérales et d'expansions foliacées et cette sorte de pétiole se termine à son tour par un limbe court. La base du limbe terminal présente deux lobes

soudés qui forment de cette façon une coupe large ou ascidie. On pourrait montrer que ces variétés *interruptum* sont très variables surtout en ce qui concerne la taille relative des trois parties principales de la feuille.

Quoiqu'il faille naturellement reconnaître que les ascidies d'un *Nepenthes* présentent beaucoup de dispositions secondaires que l'on n'observe pas sur les Crotons, il semble à peine permis de nier la possibilité d'une production analogue pour les deux cas. Les feuilles ascidiées du Croton doivent avoir pris naissance subitement, d'après ce que nous connaissons sur les cas analogues et, par suite, on est conduit à conclure que les ascidies du *Nepenthes* sont le résultat d'une mutation brusque. Ces feuilles à limbe interrompu, présentant une ascidie portée par un prolongement de la nervure médiane, s'observent sur d'autres plantes que les variétés de Croton. Ce sont des anomalies qu'on rencontre çà et là et qui ont été souvent signalées; j'ai eu l'occasion d'en récolter moi-même sur le Magnolia, le Trèfle et quelques autres espèces. Elles ajoutent des preuves nouvelles à l'explication exposée ci-dessus.

De même, on peut, par l'existence d'ascidies doubles, expliquer la formation des coupes foliacées qui existent normalement sur les Cardères et quelques autres plantes, telles que certains Panicauts d'Europe (*Eryngium maritimum* et *E. campestre*); on peut citer encore les bractées florales des Chèvrefeuilles. Les feuilles des tiges des Cardères sont associées par deux et les bases des feuilles de chaque paire sont soudées de manière à former de grandes coupes. Nous en avons déjà parlé et nous les rappelons ici pour montrer qu'elles sont un exemple du prototype de l'ascidie double qui est formée de deux feuilles opposées, soudées accidentellement à leur base et le long d'une certaine portion de leurs bords. Si les feuilles sont sessiles, l'analogie avec les Cardères est complète; un genre de Crassulacées du nom de *Cotyledon* produit, comme on le sait, des coupes de cette nature de temps à autre; elles sont plus étroites que celles de la Cardère mais ce caractère dépend, comme nous l'avons vu pour les ascidies formées par une seule feuille, de la forme des feuilles normales dont elles dérivent. A d'autres points

de vue, elles reproduisent l'image exacte des coupes de la Cardère et montrent par là comment ces coupes ont probablement pris naissance.

Parmi les anomalies, il existe des structures accidentelles qui sont analogues à des caractères spécifiques; il en est d'autres qui ne sont point des caractères d'espèces parce que, sans doute, elles sont nuisibles aux individus qui les présentent. C'est ce qui arrive pour les ascidies doubles. Dans le cas des feuilles pétiolées, les deux pétioles opposés, lorsqu'ils se soudent, doivent évidemment former un tube long et très étroit terminé par l'ascidie conique résultant de la conation des deux limbes, mais la base du tube renferme le bourgeon terminal de la tige, et souvent, elle est si étroite qu'elle l'empêche de se développer. Cette disposition fait que l'ascidie double prend une position terminale. On en a observé des exemples sur des Magnolias, le *Bæhmeria* et d'autres plantes.

On trouve rarement des fleurs insérées sur les feuilles. Toutefois cette disposition constitue, dans certains cas, un caractère spécifique et, dans d'autres, une anomalie accidentelle. L'exemple le plus curieux et le mieux connu est celui de l'*Helwingia rusciflora*; c'est un petit arbuste de la famille des Cornacées, qui a des feuilles simples, larges et elliptiques. Vers le milieu de la nervure médiane, les feuilles portent de petits bouquets de fleurs; en fait, c'est le seul endroit où l'on trouve des fleurs. Chaque bouquet renferme de 13 à 15 fleurs dont certaines sont mâles et portées par des pédoncules, tandis que les autres sont femelles et presque sessiles. Ces fleurs sont petites, d'une couleur vert pâle et donnent de petits fruits à noyaux entourés d'une mince pellicule de tissus pulpeux. Comme le nom d'espèce l'indique, ce mode de floraison est très analogue à celui du Petit-Houx ou *Ruscus*, qui cependant ne porte pas ses fleurs et ses baies sur des feuilles véritables, mais bien sur des rameaux analogues à des expansions foliacées. Le *Phyllo-noma ruscifolia*, de la famille des Saxifragacées, a le même nom d'espèce qui indique une disposition analogue des fleurs. Casimir de Candolle en a réuni d'autres exemples, mais leur nombre est très faible.

Il est très rare que la présence de fleurs sur les feuilles constitue un caractère de variété. Il y en a un exemple très remarquable que nous avons déjà signalé en étudiant les variétés stables et aussi à propos de l'absence de vicinisme dans le cas d'espèces soumises à la seule autofécondation. C'est celui de l'Orge du Népal ou *Hordeum trifurcatum*. Les feuilles qui, dans cet exemple, portent les fleurs adventives sont les bractées internes des épillets ou glumelles et non les feuilles vertes comme dans les exemples déjà cités, mais ce fait ne constitue pas une différence réelle; le caractère est très variable, ce qui indique sa nature de caractère de variété. Il faut rappeler à ce propos que, au moins dans le cas de l'*Helwingia*, la majorité des feuilles ne portent pas de fleurs et qu'ainsi il existe un certain degré de variation, même dans le cas où le caractère est normal pour l'espèce.

En tout, il y a trois sortes d'Orges du Népal; elles ont les mêmes caractères de variétés, mais appartiennent à différentes espèces d'Orges qui se distinguent d'après le nombre des rangées de grains des épis. On trouve deux, quatre ou six rangs, et il y correspond les noms d'espèces dérivés *Hordeum distichum*, *tetrastichum* et *hexastichum*. Ces trois variétés peuvent être indépendantes et avoir pris naissance parallèlement; mais on peut aussi les regarder comme le résultat d'une seule mutation accompagnée de croisements ultérieurs. On ne sait rien sur leur origine, puisque toutes sont anciennes, et on manque complètement de preuves historiques concernant leur naissance. Par analogie, il semble probable que le caractère est apparu, par mutation, sur l'une des trois espèces citées et qu'il a été transmis à d'autres espèces par des croisements accidentels, tout comme on l'a transmis artificiellement, il y a quelques années, à un grand nombre d'autres sortes. Mais, quoique cette hypothèse paraisse vraisemblable, il n'y a aucune raison sérieuse qui s'oppose à ce qu'elles dérivent de mutations indépendantes et parallèles.

Dans cette comparaison de l'Orge du Népal avec le type *Helwingia*, nous n'avons pas toutefois à nous préoccuper des espèces auxquelles appartiennent les variétés *trifurcatum*,

mais seulement du caractère particulier à ces variétés. Selon les espèces, les nœuds du rachis peuvent porter une, deux ou trois fleurs. Si nous prenons, par exemple, le type *hexastichum*, chaque nœud donne trois fleurs normales et ensuite trois grains normaux. Au point de vue morphologique cependant, le groupe de fleurs attaché sur un nœud n'est pas homologue des organes des autres Graminées que l'on désigne sous le nom d'épillet; il est formé de trois épillets véritables et, par suite, mérite le nom d'organe triple. Chacun de ces trois petits organes possède sa paire normale d'écaillés inférieures ou glumes qui sont linéaires et courtes, terminées par une arête longue et étroite. Celles des épillets médians sont insérées sur le côté externe de l'épillet, tandis que celles des épillets latéraux sont disposées de part et d'autre de l'axe; elles constituent de cette façon une sorte d'involucre autour des organes centraux. Ceux-ci consistent en écaillés, ou glumelles interne et externe, dont chaque couple renferme une fleur; la glumelle externe doit être regardée comme une feuille métamorphosée à l'aisselle de laquelle la fleur s'est formée. Dans les variétés communes d'Orge, elles portent une longue barbe et donnent à l'épi un aspect particulier. La fleur placée à l'aisselle de cette pièce est protégée du côté opposé par une glumelle interne bifurquée. Chaque fleur présente trois étamines et un ovaire. Dans les Orges à six rangs, les trois fleurs d'un épillet triple sont fertiles et chacune d'elles possède une longue barbe qui termine la glumelle externe. Mais, dans les espèces à deux rangs, la fleur médiane seule est normale et possède une barbe; les deux autres sont stériles, restent plus ou moins rudimentaires et ne présentent que des barbes très courtes. Par cette description, on conçoit aisément que l'on peut distinguer les espèces d'Orges les unes des autres, à première vue, par le nombre des rangées de barbes et, par conséquent, par la forme de l'épi entier.

Ce caractère frappant n'existe pas cependant dans les Orges du Népal; les barbes sont remplacées par de curieux appendices trilobés; le lobe médian est oblong et creux et forme une sorte de capuze qui recouvre une petite fleur surnuméraire; les deux lobes latéraux sont plus étroits, sou-

vent linéaires et se terminent même par une barbe plus ou moins longue. Ces rudiments de barbes divergent le plus souvent à partir du centre de l'épi.

Il arrive que le lobe central porte deux petites fleurs, mais, d'ordinaire, on n'en trouve qu'une qui même souvent est incomplète, ne possédant qu'une ou deux étamines ou différant de la fleur normale par quelques caractères. Les lobes latéraux, étroits, augmentent l'aspect anormal de l'épi. Les lobes ne se produisent qu'à un stade avancé du développement de la glumelle et sont réunis l'un à l'autre et à la portion centrale de la glumelle par des nervures fortes qui constituent des anastomoses transversales le long de leur ligne d'insertion. La longueur des barbes est très variable et ce caractère est peut-être le plus frappant de toute la variété; les barbes n'atteignent souvent qu'un ou deux millimètres ou bien la majorité d'entre elles s'allonge et atteint même un centimètre; çà et là, entre celles-ci, il s'en trouve de plus longues qui s'écartent, dans quelque cas, jusqu'à trois centimètres de l'axe de l'épi. Cette orientation horizontale des barbes forme alors un contraste frappant avec la position normale des barbes des Orges ordinaires qui sont dressées.

Au point de vue morphologique il faut regarder les lobes latéraux comme des portions différenciées du limbe de la feuille. Avant qu'ils se forment ou au moment même du début de leur développement, le sommet du lobe central se creuse et la fleur surnuméraire apparaît. Ce mode de croissance est extrêmement variable dans les différentes variétés et surtout dans les croisements les plus récents que l'on en a fait.

La fleur surnuméraire se trouve à quelque distance et au-dessous du sommet de la glumelle sur la nervure médiane. Le développement commence par la saillie d'une petite écaille; la fleur se trouve à l'aisselle de celle-ci et elle est protégée à la fois par l'écaille secondaire et la glumelle principale; mais, en même temps, la croissance la retourne sens dessus dessous. A l'opposé de cet organe qui forme la glumelle externe de la fleur adventice, on observe deux petits mamelons; dans les fleurs normales d'Orges, de céréales ou de Graminées, ces mamelons ont pour fonction

d'entraîner l'ouverture de la fleur par leur gonflement; ils s'affaissent ensuite et permettent à la fleur de se fermer. Toutefois, dans les fleurs adventices de l'Orge du Népal, cette fonction est tout à fait superflue.

Les étamines sont en nombre variable; il y en a généralement trois, mais il n'est pas rare d'en observer moins ou davantage; on a même trouvé dans quelques cas un verticille complet de six étamines correspondant au type ancestral des Monocotylédones. C'est un exemple très curieux d'atavisme systématique, analogue en tous points à celui de l'*Iris pallida abavia* cité antérieurement, qui présente lui aussi six étamines; il est analogue aussi aux exemples décrits dans la conférence précédente, mais ce rapprochement n'a pas de rapport avec la discussion présente. L'ovaire est placé au milieu de la fleur et, dans certains cas, on en a observé deux, anomalie qu'il faut regarder aussi comme un cas d'atavisme.

Tous ces éléments de la fleur adventice sont plus ou moins sujets à présenter, à un stade ultérieur, des arrêts de développement; ils peuvent même parfois devenir anormaux; les étamines s'unissent par paires, les ovaires portent quatre stigmates, les sacs polliniques sont en général stériles, les cellules mères des graines de pollen, atrophiées et il est rare qu'elles donnent naissance à du pollen normal. De même, les ovaires sont rudimentaires, mais Wittmack a observé accidentellement la production de grains d'Orges mûrs dans ces fleurs anormales.

Il est rare que les écailles continuent à croître au delà de la fleur surnuméraire; mais dans les rares cas où la croissance continue, l'anomalie peut se reproduire et il se forme une seconde fleur au-dessus de la première. Naturellement, celle-ci est généralement beaucoup plus faible et encore plus réduite.

Raciborsky, qui a dernièrement donné une description complète et très précise de ces anomalies insiste beaucoup sur ce fait qu'elles sont tout à fait inutiles. Elles constituent peut-être la structure dont l'inutilité soit la plus évidente dans tout le règne végétal. Néanmoins, elles se sont fixées au point d'être aussi héréditaires que n'importe quel mode très remarquable d'adaptation au milieu. Cet exemple

est donc une objection des plus sérieuses à l'hypothèse d'une amélioration lente et graduelle des caractères, fondée sur la seule règle de leur utilité. La lutte pour la vie, comme la sélection naturelle, sont manifestement incapables de fournir le plus léger argument pour expliquer cette anomalie héréditaire. Il est tout à fait impossible d'imaginer les causes de ce caractère nouveau; le seul moyen de lever cette difficulté est d'admettre que le caractère est né subitement, avec ses attributs actuels bien différenciés et très variables et que, n'étant point nuisible et ne diminuant en rien la fertilité de la race, il n'a jamais été soumis à l'action de la sélection naturelle et s'est conservé. Mais aussitôt que nous admettons la probabilité de la naissance par mutation soudaine de l'Orge du Népal, il nous faut évidemment accepter la même hypothèse pour les cas de l'*Helwingia* et d'autres plantes normales. Nous arrivons ainsi à réunir d'autres arguments en faveur de notre opinion qui est que les caractères spécifiques les plus étranges doivent avoir pris naissance subitement.

Après avoir donné en détail les preuves qui semblent les plus frappantes et qui, jusqu'ici, n'avaient pas été examinées avec assez de soin, nous pouvons maintenant faire une revue rapide des autres exemples analogues. En premier lieu, il faut rappeler l'existence de fleurs cruciées de quelques plantes de la famille des Onagrariées; les pétales étroits et linéaires sont un caractère spécifique de l'*Oenothera cruciata* des Monts Adirondacks, mais nous avons vu qu'ils apparaissent par mutation soudaine, en Hollande, sur l'*Oenothera* commune (*Oenothera biennis*) et en Angleterre, sur l'*Epilobe* velue (*Epilobium hirsutum*).

Il est rare que les feuilles soient disposées par verticilles de trois; le Laurier-Rose, le Genévrier et quelques autres plantes peu nombreuses, possèdent comme caractère spécifique des feuilles ternées; mais comme anomalie, les verticilles de trois feuilles sont extrêmement fréquents et il n'y a peut-être point de plantes, normalement à feuilles opposées, qui n'en produisent de temps en temps des exemples. Il existe des races à l'état sauvage sur lesquelles cette anomalie est très commune, telle que la *Lysimachie* vulgaire

ou *Lysimachia vulgaris*, dont les verticilles varient de deux à quatre feuilles, ce qui montre que ce caractère spécifique est très variable. Dans la culture, on les observe sur la Myrthe ou *Myrtus communis* qui joue un rôle de quelque importance dans les rites israélites. On observe des feuilles crispées sur une Mauve (*Malva crispa*) et sur des variétés de Choux, de Persils, de Laitues et d'autres plantes.

Les fruits sphériques de la Bourse à pasteur (*Capsella Heegeri*) rappellent les capsules analogues d'autres genres de Crucifères, par exemple celles de la Cameline. Les tiges tordues à larges spirales sont des caractères d'espèces dans le cas des pédoncules floraux de *Cyclamen* et de *Vallisneria*, des caractères de variété, dans le *Juncus effusus spiralis*, et des caractères accidentels, dans le *Scirpus lacustris*. Il existe des bourgeons dormants ou des petites bulbilles dans les inflorescences normales d'Oignons sauvages, de *Polygonum viviparum* et d'autres espèces; la même variation constitue un caractère de variété dans le *Poa alpina vivipara* et peut-être dans *Agave vivipara*; elle est accidentelle dans les Plantains (*Plantago lanceolata*), le *Saxifraga umbrosa* et d'autres. Les feuilles découpées, qui sont une des anomalies les plus communes, constituent un caractère d'espèce pour le *Bahmeria biloba*. L'adhérence des pédoncules des inflorescences à la tige est caractéristique du genre *Solanum*, tandis qu'elle est accidentelle dans beaucoup d'autres cas.

Il semble inutile de fournir d'autres exemples. C'est un phénomène très général que des caractères, spécifiques pour certaines plantes, apparaissent comme des anomalies dans des genres qui ne les possèdent point d'ordinaire. Il faut donc absolument exclure toute idée de modifications lentes provoquées par l'utilité du caractère. Il ne subsiste aucune autre explication que celle d'une mutation soudaine et, si on l'admet pour les cas anormaux, il faut l'accepter aussi pour les caractères spécifiques analogues.

Toute cette discussion montre que les mutations observées dans quelques exemples bien définis fournissent les éléments les plus probables de l'explication des caractères spécifiques en général.

## VINGT-QUATRIÈME CONFÉRENCE

### L'HYPOTHÈSE DES MUTATIONS PÉRIODIQUES

La croyance courante qui consiste en ce que des modifications lentes et graduées, presque invisibles, forment le processus de l'évolution des règnes animal et végétal, était incapable de provoquer de sérieuses recherches expérimentales. On ne pouvait évidemment s'attendre à observer aucune variation appréciable sous l'influence des agents extérieurs. On a supposé que ces modifications existaient en réalité, mais qu'elles correspondaient à des changements apparents beaucoup trop légers pour se trahir aux yeux de l'expérimentateur.

L'observation directe des mutations dans les *Cenothères* a modifié immédiatement tout l'aspect du problème. On ne peut plus traiter la question par de simples hypothèses; au lieu de notions vagues, d'espoirs incertains, de conceptions *a priori* qui jusqu'ici troublaient les expériences, on a pu formuler des méthodes d'observation propres à fournir des résultats bien définis dont l'allure générale est déjà connue.

A mon avis, la valeur réelle de la découverte de la mutabilité des *Cenothères* consiste dans l'usage que l'on peut en faire pour orienter des recherches nouvelles. On peut à peine prétendre que cet exemple est un phénomène isolé qui se trouve en dehors des procédés habituels de la nature. Si cette supposition était exacte, les mutations seraient trop rares pour qu'on puisse les découvrir par l'examen d'un petit nombre de plantes réparties sur un espace limité; on pourrait presque regarder comme un miracle le fait qu'elles aient été observées dans le domaine très restreint que peut étudier un seul homme.

Il semble qu'on peut admettre que l'on rencontrera des cas

analogues, peut-être même en nombre considérable, lorsqu'on appliquera les mêmes méthodes de recherche à l'étude de plantes d'autres régions. Il ne faut pas dire que l'état de mutation est particulier aux *Cenothères*; c'est un phénomène universel qui toutefois n'affecte, en un temps donné, qu'une faible proportion des individus d'une station : il n'y a peut-être pas plus d'une espèce qui la présente parmi cent ou même un millier d'espèces; il faut même s'attendre à ne l'observer que sur un nombre plus faible. La proportion exacte des espèces en mutation n'a pas d'importance, car leur nombre, parmi les milliers et milliers d'espèces existantes, doit être beaucoup trop considérable pour que toutes puissent être soumises à une étude approfondie.

Il est évident, d'après cette discussion, que la description d'une méthode qui permet de fournir de nouveaux exemples de mutations est presque aussi importante que la découverte du premier cas de mutation. Les méthodes de recherches doivent avoir pour but de diriger les efforts dans deux directions. Nous pouvons chercher dans la nature des plantes mutantes, ou bien nous pouvons espérer provoquer la mutabilité des espèces par des moyens artificiels. La première méthode semble devoir donner des résultats très rapides; mais si l'on pouvait réaliser la seconde, les espérances seraient beaucoup plus grandes et les résultats beaucoup plus importants. Enfin, s'il était possible actuellement d'amener à volonté les plantes à l'état de mutation et peut-être même dans des directions choisies arbitrairement, il n'y aurait point de limites à l'action que nous pouvons espérer acquérir sur la nature.

Dans cette nouvelle orientation des recherches, qu'est-ce qui doit être notre guide? Est-ce l'examen minutieux des caractères principaux de la mutation des *Cenothères*? ou bien faut-il fonder nos espérances et nos méthodes sur des conceptions plus larges des lois de la nature? Est-ce l'étude systématique des espèces et des variétés qui donneront les résultats attendus, ou bien sont-ce des recherches biologiques sur leurs unités héréditaires véritables? Faut-il prendre pour point de départ la théorie de la descendance? Devons-nous limiter nos projets au perfectionnement de l'expérience des

éleveurs, ou bien faut-il croire que l'étude de l'arbre généalogique de tous les êtres vivants nous fournira de meilleurs éléments de succès ?

La réponse à toutes ces questions est très simple ; il faut examiner toutes les possibilités et ne négliger aucune série de recherches. Pour ma part, j'ai établi mon champ d'expériences et ma méthode d'épreuve des plantes indigènes sur l'hypothèse des unités spécifiques, telle qu'on peut la déduire de la Pangénèse de Darwin. Cette conception conduit à supposer deux sortes différentes de variations ; les unes sont lentes, les autres brusques. A l'époque de Darwin, les seules variations soudaines connues étaient regardées comme des sports et paraissaient limitées à des changements régressifs ou à des cas de moindre importance encore. L'idée que des sauts brusques pouvaient être regardés comme les principaux moyens de l'évolution aurait pu être déduite de la conception des unités spécifiques, mais les preuves qu'on pouvait espérer obtenir paraissaient trop incertaines pour qu'il fût permis d'en faire le point de départ de recherches expérimentales.

Le succès de mes expériences a donné la preuve du contraire ; par suite, on peut affirmer qu'aucun fait ne doit être considéré comme incapable d'aider à la solution des problèmes que nous discutons. Jusqu'à ce que l'on ait trouvé une méthode qui permette la découverte ou la production de plantes mutantes, jusque là, tous les faits, de quelque nature ou de quelque catégorie qu'ils soient, doivent être utilisés ; le moindre indice peut changer, pour toujours, l'aspect du problème.

Maintenant, nous avons des chances considérables de découvrir les causes de l'évolution par une étude précise de ce qui arrive en réalité dans la nature ; l'étude continue des facteurs de l'évolution que l'on peut soumettre à l'expérimentation est la condition principale du succès. Les observations faites dans des champs de culture doivent contribuer, autant que des expériences directes, aux progrès de cette étude ; il en est ainsi des recherches microscopiques aussi bien que des cultures pédigrées étendues. Pour accomplir ce travail, il faut la coopération de nombreux chercheurs. Il

n'est pas douteux que la loi cherchée apparaisse quelque part et, jusqu'à ce qu'on l'ait découverte, toutes les méthodes doivent être mises à l'épreuve.

Après avoir acquis cette notion du meilleur point de départ pour des recherches ultérieures, nous pouvons maintenant examiner rapidement une autre face du problème. Nous allons essayer de relier nos observations sur les *Œnothères* à la théorie de la descendance en général.

Notre point de départ comprend deux faits principaux : la mutabilité de l'*Œnothère* de Lamarck et l'absence de mutabilité d'un grand nombre d'autres espèces ; parmi ces dernières, il faut citer des espèces très voisines de l'*Œnothera Lamarckiana*, telles que les *Œnothères* d'Europe commune et à petites fleurs (*Œnothera biennis* et *O. muricata*). Ces faits provoquent immédiatement une question très importante relative à la théorie de la descendance. Est-ce que la mutabilité de nos *Œnothères* est temporaire ou bien doit-elle persister ? La discussion de cette question nous donnera des moyens d'acquérir des données précises sur la portée de nos recherches.

Considérons tout d'abord l'état actuel. Si la mutabilité est un état permanent, elle n'a naturellement pas de début et, de plus, elle n'est pas le résultat de l'action de facteurs externes. Si cette hypothèse était vérifiée pour les *Œnothères*, elle pourrait être prévue pour d'autres espèces que l'on trouve en état de mutation ; il serait alors inutile de chercher les causes de la mutabilité en général et nous devrions nous limiter à l'épreuve d'un grand nombre de plantes, afin de découvrir celles qui sont mutables et celles qui ne le sont pas.

Mais si la mutabilité n'est pas une qualité permanente, il faut qu'elle se soit produite un jour et, à son origine même, elle doit avoir eu une cause externe ; l'étendue de mutabilité ainsi que les variations possibles qui lui sont dues peuvent être regardées comme le résultat de causes internes, mais la détermination du moment où la mutabilité deviendra active ne peut jamais être le résultat de ces causes internes ; elle doit être attribuée à quelque facteur externe ; dès qu'on l'aura découvert, on aura trouvé l'orientation des recherches expérimentales à faire.

En second lieu, nous pouvons considérer le passé. Si l'on admet la permanence de la mutabilité, tous les ancêtres de l'Ænothère doivent avoir été en état de mutation. Dans le cas contraire, il faut que la mutabilité soit un phénomène périodique, produisant de temps à autre de nouvelles qualités, mais laissant à d'autres époques les plantes complètement stables durant de longues séries de générations. L'état actuel de mutation doit, en ce cas, avoir été précédé par un état d'immuabilité; mais il faut évidemment des milliers de mutations pour passer des ancêtres les plus reculés des Ænothères aux formes actuelles.

Si maintenant nous examinons les espèces qui ne sont pas actuellement en état de mutation, nous devons chercher par quel moyen nous pouvons les adapter à l'une ou à l'autre des deux hypothèses proposées. Si l'état de mutation est permanent, il est manifeste que toute la généalogie des règnes animal et végétal doit être considérée comme établie sur un schéma général instable; les milliers d'espèces constantes que l'on connaît ne doivent être regardées que comme les représentants de branches latérales de l'arbre généalogique. Ces branches latérales auraient perdu la qualité de muter, possédée par tous leurs ancêtres, et, comme le principe de l'hypothèse que nous discutons ne permet pas la réacquisition de cette qualité, les espèces constantes le resteraient éternellement jusqu'à leur disparition finale. Dans cette théorie, la perte de la mutabilité est équivalente à la perte de la qualité de toute évolution ultérieure; les troncs principaux de l'arbre généalogique qui ont conservé la qualité de muter auraient seuls un avenir; toutes les autres branches disparaîtraient sans aucune chance d'évolution progressive.

Mais si, d'autre part, la mutabilité n'est point permanente mais périodique, il faut admettre que tous les rameaux de l'arbre généalogique présentent successivement des espèces mutantes et des espèces stables; certaines lignées doivent être actuellement en état de mutation et d'autres constantes pour un certain temps. Les lignées mutantes retourneront probablement tôt ou tard à une période d'inactivité, tandis que les autres formes, dont la puissance d'évolution

sommeille actuellement, la montreront un jour à l'état actif.

L'hypothèse de la permanence nous conduit à considérer la vie comme entraînant la mort inévitable; au contraire, le principe de la périodicité évoque l'idée d'une résurrection qui permet à tous les êtres vivants de progresser un jour; elle donne aussi plus d'espoirs dans le résultat des recherches expérimentales.

C'est l'expérience qui doit nous fixer sur la valeur de ces deux théories principales; elle montre l'existence de genres polymorphes comme ceux des *Draba*, des *Viola* et de centaines d'autres, existence qui indique très nettement un état antérieur de mutation. Les relations systématiques qui unissent les espèces affines sont exactement celles que l'on pourrait attendre si elles dériveraient d'une période de mutation ancienne; il est même possible que la mutabilité n'a pas cessé pour toutes ces espèces et qu'on puisse la retrouver en activité dans certaines lignées. Cependant les genres très riches en espèces ne sont pas très abondants; ils ne sont pas la règle, mais l'exception, ce qui indique la rareté de changements dus à la mutation. D'ailleurs, des espèces peuvent rester à l'état de stabilité pendant des périodes très longues et en apparence infinies.

Il existe beaucoup d'arguments en faveur de la constance de l'espèce. Ce principe a toujours été admis par les classificateurs; la conception courante connue sous le nom de théorie de la sélection naturelle n'est adoptée que temporairement; elle suppose que les espèces ne sont pas stables, mais qu'elles changent en s'améliorant constamment et en s'adaptant aux exigences des conditions de vie. Les partisans de la théorie de la descendance ont admis que cette conclusion était inévitable et ont été conduits à nier le fait évident que les espèces sont des entités constantes. La théorie de la mutation permet de satisfaire aux conséquences de ces deux notions opposées en réduisant la mobilité de l'espèce à des périodes définies et probablement courtes; elle explique immédiatement par quel processus la stabilité de l'espèce s'accorde parfaitement avec le principe de la descendance par évolution des formes.

D'autre part, l'hypothèse de périodes de mutation ne contredit nullement les faits de constance observés. La découverte de cas analogues à celui de l'Œnothère prouvera que l'on peut observer des changements accidentels et il est bien évident que l'on ne pourra jamais les nier; mais l'hypothèse proposée satisfait à la constance actuelle de la grande majorité des formes vivantes et entraîne seulement la production accidentelle de changements définis.

On a donné différentes preuves de la constance des espèces. On n'a jamais pu nier le haut degré de similitude qui existe entre les individus de la plupart de nos espèces; ce fait a été observé sur des surfaces très étendues et durant de longues séries d'années. Les plantes qui ont été transportées depuis quelque temps dans des localités éloignées en fournissent d'autres preuves, puisqu'elles ne montrent aucun changement à la suite de cette migration; les plantes à aires de répartition très étendues conservent leurs caractères dans toute leur valeur, pourvu qu'elles appartiennent à une seule espèce élémentaire. Beaucoup d'espèces ont été introduites d'Amérique en Europe et s'y sont développées rapidement sur de grandes surfaces. On peut citer l'Erigeron du Canada (*Erigeron canadense*), les Œnothères et beaucoup d'autres sur lesquelles on ne peut voir aucun caractère, spécial aux plantes européennes, développé après leur introduction. Quoique soumises à des conditions ambiantes différentes et à la lutte pour la place avec d'autres espèces, elles n'ont point réussi à acquérir aucun caractère nouveau; les espèces qui ont pu se fixer se trouvaient adaptées aux nouvelles conditions de vie et celles qui ne l'étaient point ont succombé.

La séparation des espèces qui vivent encore actuellement dans les régions arctiques ou au sommet de nos plus hautes montagnes doit remonter à des époques beaucoup plus éloignées. En comparant la flore alpine aux plantes arctiques, on est frappé immédiatement par leur grande ressemblance; il y a des formes identiques; il en est d'autres qui diffèrent légèrement, mais représentent manifestement des espèces élémentaires du même groupe systématique; enfin, il en est qui sont beaucoup moins voisines et même

appartiennent à des genres différents. Ces dernières, et aussi les espèces divergentes quoique très voisines, ne fournissent de preuves en faveur d'aucune hypothèse ; elles peuvent avoir vécu côte à côte, avec leurs caractères actuels, depuis des siècles et longtemps avant la séparation des flores de régions maintenant très éloignées ; il est possible aussi qu'elles aient pris naissance dans la descendance d'un ancêtre commun vivant à cette époque reculée et par suite qu'elles se soient modifiées ultérieurement. Après avoir exclu ces cas incertains, il reste un bon nombre d'espèces qui offrent des caractères identiques, à la fois dans les régions arctiques et dans les régions alpines, ou sur le sommet de chaînes de montagnes très éloignées. Comme on ne peut admettre qu'aucun mode de transport ait pu intervenir dans cette distribution à une telle distance, il n'existe d'autre explication que celle d'une stabilité complète et d'une absence totale de changement depuis la période glaciaire qui les a séparées. Elles doivent évidemment avoir été soumises à des actions modificatrices multiples. Le fait de leur stabilité au milieu de tous les changements extérieurs est la meilleure preuve que les conditions ordinaires du milieu ambiant n'ont pas nécessairement une influence sur l'évolution des espèces. Il se peut, dans certains cas, que cette action ait eu lieu, mais dans d'autres, il est manifeste qu'elle a été nulle.

Beaucoup de formes arctiques qui sont désignées sous le nom d'espèce *alpinus* justifient cette conclusion ; telles sont les *Astragalus alpinus*, *Phleum alpinum*, *Hieracium alpinum* et d'autres qui se développent dans les régions septentrionales de la Norvège. Ainsi dans l'Himalaya, le *Primula imperialis* et beaucoup d'autres plantes de montagnes élevées de Java, de Ceylan et de l'Inde septentrionale sont représentées par des individus identiques. On a trouvé certaines espèces du Cameroun et d'Abyssinie sur les montagnes de Madagascar ; des types particuliers à l'Australie appartiennent à la flore du sommet du Kini Balu à Bornéo. Aucune de ces espèces n'a été naturellement observée dans les plaines intermédiaires, et la seule explication possible de leur identité consiste en l'hypothèse d'une origine com-

mune post-glaciaire, accompagnée d'une stabilité complète. Cette stabilité est d'autant plus remarquable que, dans la plupart des localités signalées, on a observé des formes différentes quoique proches parentes.

On peut en trouver d'autres preuves dans la comparaison des plantes anciennes avec leurs représentants vivant actuellement. Les restes découverts dans les tombeaux de l'ancienne Egypte ont toujours été des arguments sérieux en faveur de la théorie de la fixité des espèces et, à mon avis, ils le sont encore. Les céréales et les fruits et même les fleurs et les feuilles des couronnes funéraires de Ramsès et d'Amen-Hotep sont les mêmes que celles qui sont encore cultivées actuellement en Egypte. On a identifié près de cent espèces ou davantage, dont les fleurs de l'*Acacia*, les feuilles du *Mimulus*, les pétales des *Nymphaea* qui sont dans un état de conservation aussi parfait que celui des plus beaux échantillons d'herbiers de l'époque actuelle; les pétales et les étamines ont gardé leurs couleurs primitives et les étalent avec autant d'éclat que le permet leur état de dessiccation.

Les mêmes conclusions sont fournies par les documents paléontologiques. Ici, les restes sont incomplets et ne permettent que rarement de faire une comparaison minutieuse. Il faudrait tout d'abord examiner l'étendue de la variation fluctuante, mais on ne peut évidemment faire l'épreuve par semis de la constance des espèces élémentaires. En dehors de ces difficultés, les paléontologistes s'accordent pour reconnaître l'âge très considérable d'un grand nombre d'espèces. Il serait nécessaire de faire une étude très précise des faits paléontologiques pour donner quelques détails sur cette question; il suffit de dire ici que, dans les dépôts tertiaires les plus récents, on a pu identifier beaucoup d'espèces avec des formes vivant actuellement; c'est surtout à la période Miocène que la similitude des types de plantes phanérogames fossiles avec leurs descendants actuels devient si frappante que, dans un grand nombre de cas, la distinction des espèces repose plutôt sur des conceptions théoriques que sur des faits réels. Pendant longtemps l'idée que les mêmes espèces n'avaient pu exister pendant

plus d'une période géologique fut en honneur; il a fallu depuis abandonner beaucoup de diagnoses fondées sur cette croyance. Les espèces d'Algues qui appartiennent au groupe bien conservé des Diatomées ne se sont point modifiées, dit-on, depuis la période carbonifère jusqu'à l'époque actuelle.

En résumant les résultats de cette étude très rapide, nous pouvons affirmer que les espèces restent stables pendant des périodes infinies, mais qu'à certaines époques elles se trouvent dans un état d'évolution. Alors elles produisent de suite, et souvent en grand nombre, des formes nouvelles qui sont l'origine d'une multitude de petites espèces. Tous les faits montrent que ces périodes de stabilité et de mutabilité alternent entre elles plus ou moins régulièrement. On ne peut donner évidemment, à l'heure actuelle, aucune preuve directe de cette conception mais cette conclusion s'impose d'après l'examen des faits connus concernant les principes de la fixité et de l'évolution.

Si cette conception générale est juste, nous pouvons nous demander quelle est la position exacte de notre groupe d'*Oenotheres* nouvelles dans cette théorie. Pour donner une réponse satisfaisante à cette question, il nous faut examiner tous les documents à un point de vue plus élevé. Avant tout, il est évident que la période véritable de mutabilité doit être regardée comme de beaucoup plus longue que celle qui a été soumise à mes observations. On n'en a vu ni le début ni la fin. Il est tout à fait évident que l'*Oenothera Lamarckiana* était déjà en état de mutation lorsque je l'ai observé pour la première fois, il y a dix-sept ans. Depuis combien de temps en est-il ainsi? A-t-elle commencé à muter après son introduction en Europe, il y a près d'un demi-siècle, ou bien se trouvait-elle dans cet état avant son introduction? Il est encore impossible de répondre à cette question.

En dehors de toutes ces considérations, la période des observations directes et même la durée possible de la mutabilité pendant plus d'un demi-siècle ne constitueraient qu'un moment si on les compare à la durée des temps géologiques. Partant de cette notion, il faut regarder la généalogie de nos mutations comme ne formant qu'un groupe; au lieu

d'étaler en éventail les mutantes qui apparaissent chaque année, il nous faut condenser tous les groupes successifs en un seul éventail comme on pourrait le faire pour le *Draba verna* et d'autres espèces polymorphes. Dans les *Cenothères*, la souche principale se prolonge au delà de la ramification; dans d'autres cas, le tronc principal a disparu ou est devenu méconnaissable; mais ces particularités n'ont manifestement qu'une importance secondaire. Nous pourrions même préférer représenter le groupe des mutantes par un éventail placé sur le côté du tronc qu'il n'interromprait pas.

Dans cette hypothèse, il faut examiner deux points nouveaux; le premier consiste en la structure de l'éventail lui-même, le second est la combinaison des éventails successifs en un arbre généalogique commun.

La disposition des lignées sur un éventail d'ensemble suppose plus de faits qu'on n'en a observé directement en ce qui concerne la naissance de nouvelles espèces; celles-ci apparaissent en quantité considérable et chacune d'elles en un grand nombre d'individus, soit la même année, soit dans les années successives. Cette origine multiple doit évidemment avoir pour effet de renforcer les types nouveaux et d'augmenter leurs chances de succès dans la lutte pour la vie. S'il n'en apparaissait qu'un seul échantillon, elles auraient peu de chances de persister puisque, dans le champ, parmi des milliers de graines, il n'y en a peut-être qu'une seule qui survive et atteigne un développement complet. Il faut donc disposer de milliers ou au moins de centaines de graines mutantes pour obtenir un seul individu nouveau et alors les chances de survivance sont encore bien faibles. Les mutations provoquent des variations dans tous les sens, comme je l'ai montré dans une conférence précédente; il y en a d'utiles; d'autres pourraient le devenir, si les conditions ambiantes étaient par hasard modifiées dans un sens bien défini ou si les plantes de la station primitive pouvaient émigrer. Mais il y en a beaucoup d'autres qui n'ont aucune valeur ou qui sont même nuisibles. J'ai vu se maintenir spontanément des formes non favorisées, ou même légèrement défavorisées, pendant les dix-sept années de mes recherches, comme le prouve la persistance des *Cenothera lævifolia* et *brevi-*

*stylis*. La plupart des autres formes non adaptées disparaissent rapidement.

Il est important d'étudier avec quelques détails cette destruction d'une grande partie des productions de la nature; on peut l'élever au rang d'un principe et l'utiliser dans l'explication de nombreuses difficultés de la théorie de la descendance. S'il faut, pour obtenir une bonne nouveauté, que la nature produise en même temps dix ou vingt formes mauvaises, on est conduit à admettre, peut-être avec plus de raison, que les améliorations possibles dépendent exclusivement du hasard. Toutes les hypothèses relatives à des causes directes d'adaptation deviennent immédiatement superflues et une fois de plus le grand principe énoncé par Darwin domine toutes les difficultés. Aussi, dans cet ordre d'idées, il faut regarder la période de mutation des *Cœnothères* comme un prototype provisoire.

Il peut alors nous servir à sérier les faits relatifs à la théorie de la descendance pour en permettre une étude plus complète et plus précise. Tous les essaims d'espèces élémentaires sont les restes de groupes primitifs de beaucoup plus considérables. On peut supposer que toutes les espèces linéennes qui renferment peu d'espèces élémentaires ont perdu dès le début le plus grand nombre de leurs branches latérales; la plupart ont été détruites parce qu'elles n'étaient pas adaptées aux conditions ambiantes. C'est le principe de la lutte pour la vie entre les espèces élémentaires suivie de la survivance des plus aptes. C'est la loi de la sélection des espèces sur laquelle nous avons déjà insisté à plusieurs reprises.

Le phénomène que nous étudierons en second lieu consiste en la répétition fréquente des diverses mutations. Il faut évidemment y voir l'action d'une seule cause. La faculté de produire des *O. nanella* ou *lata* persiste pendant toutes les années d'observation sans se modifier; cette qualité doit être unique et identique pour les milliers de cas où la même forme se produit par mutation. Quand et comment cette qualité a-t-elle pris naissance? Au début, elle a dû être formée à l'état latent et, même encore actuellement, il faut admettre qu'elle continue à se trouver dans cet état et qu'elle ne devient active qu'à des intervalles éloignés.

Mais il est manifeste que la production initiale des caractères de l'*Enothera gigas* est un phénomène de beaucoup plus important que la mise accidentelle et ultérieure de cette qualité à l'état actif. Il faut donc en conclure que, au début de chaque série de mutations analogues, il a dû y avoir une mutation plus importante et plus complète qui a permis les mutations suivantes. C'est dans la première que les nouveaux caractères ont pris naissance, et il est facile de voir que le changement initial doit être regardé comme le changement véritable. Tous les autres n'en sont que les manifestations visibles.

Si nous considérons la période de mutation de nos *Enotheres* comme un ensemble unique de variations dans l'arbre généalogique du groupe entier, cette période renferme deux changements très voisins, mais non identiques. L'un d'eux consiste en la production de nouveaux caractères spécifiques à l'état latent; l'autre se compose de leur mise en évidence et de leur passage à l'activité. Ces deux facteurs principaux doivent donc être envisagés dans toutes les hypothèses de périodes mutatives antérieures.

Faut-il croire que toutes les mutations correspondent à des périodes de mutabilité? Evidemment non; il peut aussi se présenter des mutations isolées. Nos connaissances sur ce point ne nous permettent pas de prendre une décision. On trouve facilement des essais d'espèces variables, lorsque celles qui persistent ne sont point trop rares. Mais lorsqu'il ne survit qu'une ou deux des nouvelles espèces, peut-on dire qu'elles sont apparues isolées ou accompagnées d'autres formes? La difficulté est encore plus grande lorsqu'il s'agit de faits paléontologiques, car on trouve souvent des restes d'essais d'espèces géologiques, mais, dans chaque cas, on ne peut montrer qu'il n'y a pas eu plusieurs mutations sans rencontrer de grosses difficultés.

J'ai eu plus d'une fois, dans les conférences précédentes, l'occasion d'insister sur l'importance de la distinction entre les mutations progressives et les mutations régressives. Toute amélioration résulte naturellement du premier de ces modes d'évolution, mais il est bien plus fréquent peut-être d'observer des pertes apparentes d'organes ou de qualités. Partout

on peut voir la progression et la régression agir en même temps; il n'y a pas de grand groupe, ni probablement de genre ou de grande espèce, qui n'aient évolué sans l'action simultanée de ces deux grands principes. Les faits observés dans la période de mutation des *Cenothères* fournissent des preuves directes de cette conclusion, puisqu'un examen approfondi permet de prouver que certaines espèces nouvelles sont des variétés régressives, tandis que d'autres résultent manifestement de variations progressives. Ces dernières variations peuvent être légères ou même nuisibles à l'espèce; malgré cela, lorsqu'elles sont dues à l'acquisition d'un caractère nouveau, elles appartiennent par ce seul fait à la catégorie générale de la variation progressive.

Toutefois, il existe entre ces modes de variation une opposition bien définie qui est peut-être en relation intime avec la question des mutations périodiques ou isolées. Chaque variation progressive dépend évidemment de la production d'un caractère nouveau, sinon il n'y a pas de mutation progressive par définition; d'autre part, des changements régressifs n'exigent pas un travail préliminaire aussi compliqué. Tout caractère peut être mis à l'état latent et pour tous ceux que nous connaissons, une préparation spéciale n'est nullement nécessaire. Mais on admettra facilement qu'il peut y en avoir une et le grand nombre d'individus de la variété naine d'*Cenothère* qui naissent chaque année fait supposer l'existence d'une semblable préparation. D'autre part, les mutations *laevifolia* et *brevistylis* ne se sont point répétées, du moins de manière à être visibles.

De cette discussion, nous pouvons conclure qu'une grande partie des variations progressives et qu'une partie moins considérable des mutations régressives constituent des groupes de changements qui ont pour origine des actions extérieures communes. Les périodes dans lesquelles ces groupes de changements se produisent constituent les périodes de mutations. En outre, la majorité des variations régressives et certaines modifications progressives peuvent se produire isolément et, par suite, être attribuées à quelque cause particulière. Il faut naturellement mettre dans le second groupe les mutations dégressives, c'est-à-dire celles

qui résultent de la remise en activité de caractères latents.

Cette hypothèse d'une production dispersée et isolée de variétés est confirmée suffisamment par les expériences horticoles. Ici, on ne trouve pas de véritables essais de mutantes. Il n'est pas rare que des variations subites apparaissent, mais elles sont dues souvent à l'hybridation; en laissant de côté ce mélange des caractères, les variétés naissent d'ordinaire isolément et souvent à des intervalles d'une douzaine d'années, sans le moindre indice d'une cause commune.

Il est tout à fait inutile d'entrer dans des détails, puisque nous avons exposé antérieurement les mutations horticoles d'une manière suffisante. On pourrait seulement rappeler ici l'exemple de la Linaire péloriée, parce que les preuves historiques et géographiques, combinées aux résultats de mes cultures pédigrées, montrent clairement que les mutations péloriées sont nettement indépendantes de toute périodicité. Les formes péloriées peuvent apparaître partout, dans tout le domaine très étendu de la Linaire; la qualité de pouvoir en produire à plusieurs reprises a duré au moins quelques siècles et elle est peut-être aussi vieille que l'espèce elle-même.

Nous pouvons laisser de côté ces mutations isolées et examiner maintenant la constitution probable des grandes lignes de l'arbre généalogique des *Enothères* et aussi de l'ensemble des êtres vivants. L'idée de dresser une généalogie pour les groupes importants des organismes vivants est due à Haeckel qui utilisa la méthode graphique pour exposer et soutenir la théorie de la descendance de Darwin. Les arbres généalogiques de Haeckel ont naturellement une nature hypothétique; ils n'ont d'autre objet que de donner un exposé clair de la notion de la descendance et des grandes lignes de l'évolution. Tous les détails sont évidemment sujets au doute et beaucoup ont été par conséquent modifiés par ses successeurs. Il faut considérer ces changements comme des améliorations partielles et on pourrait remplacer par des lignes plus simples le schéma quelque peu fantaisiste de l'arbre généalogique de Haeckel; mais

les changements n'élimineraient pas tous les doutes et ne sauraient modifier l'impression générale, qui est celle de groupes distincts réunis par de grands traits. Cet aspect est essentiel, et il est facile de voir qu'il correspond à la conception des essais, tels qu'on les a observés dans l'étude de groupes moins importants.

Les arbres généalogiques représentent les résultats d'études comparées; ils diffèrent beaucoup de ceux qui résultent des recherches expérimentales relatives à l'origine des espèces. Quels sont les liens qui les unissent? Il faut évidemment les chercher dans les périodes de mutations qui ont précédé immédiatement la variation la plus récente. Dans l'exemple de l'*Cenothère*, la distribution systématique des espèces parentes nous conduit facilement à délimiter ces périodes, car il est évident que les espèces du grand genre *Cenothera* sont groupées en essais dont nous observons actuellement les plus jeunes ou les plus récents. Il est probable que leurs ancêtres immédiats constituent le sous-genre *Onagra*, que certains auteurs considèrent comme formé d'une seule espèce systématique, l'*Cenothera biennis*. Les formes multiples qui la composent ont une origine commune non seulement au point de vue morphologique, mais aussi au point de vue historique. En remontant cette lignée, nous sommes conduits à une autre période de mutation visible qui renferme l'origine du groupe appelé *Euænothera*, composé d'un grand nombre d'espèces analogues au type général des formes *Onagra*; et, en remontant encore plus haut dans la série, on trouve le vieux genre *Cenothera* lui-même qui renferme de nombreux sous-genres distincts par plusieurs caractères et par plusieurs directions évolutives.

En continuant à remonter aux origines, nous pourrions facilement construire un tronc général pourvu de nombreuses branches latérales groupées en éventails successifs. Nous arriverions ainsi, en partant d'un point de vue empirique, aux conclusions théoriques qui ont déjà été formulées.

Les documents paléontologiques s'accordent facilement avec cette conception. Les essais d'espèces et de variétés

se succèdent les uns aux autres comme autant d'étages. Les mêmes caractères se répètent et les étages isolés semblent reliés par les troncs principaux qui, dans chacun d'eux, fournissent la série complète des formes parentes. Il n'y a qu'un petit nombre de lignées dominantes qui se prolongent durant de nombreuses périodes géologiques, la grande majorité des branches latérales sont limitées à leur propre étage.

La construction de la généalogie des Cœnothères embrasse ainsi différentes périodes en laissant entrevoir la même structure et les mêmes caractères principaux. On ne peut douter que nous ne soyons autorisés à affirmer que l'évolution a suivi les mêmes lois générales pendant toute la durée de la vie sur le globe; nous n'avons connaissance que d'un seul moment dans cette durée, mais il suffit pour nous permettre de discerner les lois et de déterminer les grandes lignes du plan complet de l'évolution.

Une grave objection qui a été souvent formulée, même dès le début, contre la conception de Darwin de changements très lents et presque imperceptibles, consiste en l'énorme durée de temps qu'elle nécessite. Si l'évolution ne s'est produite à aucune époque avec plus de rapidité que nous la voyons se faire à l'heure actuelle, s'il faut admettre que le processus de la transformation s'est toujours fait lentement, nous sommes conduits à exiger des milliers de millions d'années pour faire dériver les types les plus élevés des animaux et des plantes de leurs ancêtres les plus reculés. Or, il n'est nullement probable que la durée de la vie sur la terre renferme de telles périodes, qu'on ne puisse en imaginer la durée. Bien au contraire, il semble qu'il faille limiter la durée de la vie sur la terre à un petit nombre de millions d'années. Les recherches de Lord Kelvin et d'autres physiciens éminents paraissent ne laisser aucun doute sur ce point; quoique toute estimation de cette nature reste vague et approximative, les données peuvent être considérées comme suffisamment exactes pour l'usage que l'on doit en faire en ce moment.

Dans un article publié en 1862, M. William Thomson (actuellement Lord Kelvin), essaya le premier de montrer

qu'il fallait limiter beaucoup les énormes durées de temps exigées par les théories de Lyell, de Darwin et d'autres biologistes. L'étude du refroidissement du globe dans les siècles successifs, déduite de l'augmentation de la température observée dans les mines profondes, l'a amené à conclure que l'âge total de la terre doit être supérieur à vingt millions et inférieur à quarante millions d'années; il est probable que le chiffre exact est plus voisin de trente que de quarante millions. Cette opinion a été l'objet de nombreuses critiques faites par d'autres physiciens, mais, en général, toujours favorables à la preuve que nous voulons en tirer. On a percé des mines nouvelles d'une profondeur plus considérable et la détermination de leurs températures a montré que les chiffres de Lord Kelvin se rapprochent beaucoup de la réalité. Georges Darwin a calculé que la séparation de la lune et de la terre doit avoir eu lieu il y a environ cinquante millions d'années. Geikie a évalué à une centaine de millions d'années au plus l'existence de la croûte solide du globe. La première formation de la croûte doit avoir été suivie rapidement de la production des mers et il ne semble pas qu'il ait fallu beaucoup de temps pour que le refroidissement de celle-ci ait été suffisant pour permettre l'existence d'êtres vivants.

Il est très probable que la vie a commencé dès le début dans les grands Océans et que les formes que nous trouvons d'habitude dans le plancton, c'est-à-dire les êtres flottants, renferment ceux par lesquels la vie est apparue pour la première fois. D'après Brooks, les êtres vivants ont conservé cet état flottant pendant de longues époques primitives et presque tous les embranchements principaux des règnes animal et végétal ont dû se former avant de tomber dans les profondeurs de la mer pour produire plus tard la grande série de formes diverses qui ornent aujourd'hui les océans et les continents. Toutes ces évolutions cependant doivent avoir été très rapides, surtout au début et, dans leur ensemble, elles n'ont pas dû couvrir un espace de temps plus considérable que celui qui est indiqué par les chiffres donnés plus haut.

L'action des grands fleuves et les dépôts qu'ils ont portés dans la mer fournissent d'autres preuves de notre asser-

tion. La quantité de sels dissous et, en particulier, de chlorure de sodium a été l'objet d'un calcul fait par Joly, et la quantité de chaux a été évaluée par Eugène Dubois. Joly trouve cinquante-cinq millions et Dubois trente-cinq millions d'années pour la durée probable des rivières, et ces deux chiffres correspondent aux données précédentes autant qu'on peut l'espérer pour la discussion de documents si incomplets et si limités.

Il semble donc évident que la durée de la vie sur le globe ne s'accorde pas avec les exigences de la théorie d'une évolution très lente et continue. Or, il est facile de voir que l'idée de mutations successives ne soulève nullement la même difficulté.

En admettant même qu'il ait fallu le temps nécessaire pour produire quelques milliers de caractères pour arriver aux formes animales et végétales les mieux organisées de l'époque actuelle, cette condition n'entraîne pas d'objection sérieuse à la théorie de la mutation; les exigences des biologistes et les résultats des physiciens s'accordent pour fournir des arguments en faveur de la théorie de la mutation.

Il faut supposer que les variations ou sauts n'ont jamais été essentiellement plus considérables que ceux qui apparaissent maintenant sous nos yeux. On peut estimer à quelques milliers le nombre des mutations nécessaires pour expliquer l'organisation complète des formes les plus élevées. En admettant que trente ou quarante millions d'années se soient écoulées depuis le début de la vie, les intervalles qui ont séparé deux mutations successives doivent être de l'ordre du siècle ou même du millier d'années. Or, jusqu'ici cette hypothèse ne soulève pas d'objections et, par conséquent, nous voyons que la discordance entre les évaluations des biologistes et les résultats trouvés par les physiciens disparaissent à la lumière de la théorie de la mutation.

En résumant les résultats de cette discussion, nous sommes autorisés à affirmer que les conclusions déduites de l'observation et de l'expérimentation faites sur les *Cenothères* et sur d'autres plantes concordent dans leurs grandes lignes, d'une manière satisfaisante, avec les déductions

tirées des recherches paléontologiques, géologiques et systématiques. Ces expériences sont en complète harmonie avec l'ensemble de nos connaissances relatives à l'évolution. C'est pourquoi on peut attacher une grande importance aux lois découvertes dans le jardin expérimental et il faut les prendre pour guide dans des recherches nouvelles. Sans doute, il faudra corriger et travailler beaucoup de points de détails, mais ces améliorations de notre savoir augmenteront graduellement nos moyens de découverte d'exemples nouveaux et de preuves nouvelles.

La notion de période de mutation produisant de temps en temps des essais d'espèces, dont un petit nombre seulement a des chances de survivre, est une théorie qui promet de fournir un point de départ pour des schémas généalogiques et spéculatifs, aussi bien que pour des recherches expérimentales sur la nature du monde organisé.

---

## FLUCTUATIONS

## VINGT-CINQUIÈME CONFÉRENCE

## LOIS GÉNÉRALES DE LA FLUCTUATION

Le principe des unités spécifiques et des espèces élémentaires fait connaître immédiatement deux modes de variabilité. Les changements de grande amplitude consistent en l'acquisition d'unités nouvelles ou en la perte des unités préexistantes. Les variations faibles sont dues à des degrés dans l'activité des unités elles-mêmes.

A l'époque des premières publications sur les théories de Darwin, on manquait presque complètement de faits pour mettre en évidence cette distinction et il eût été hardi d'en montrer la nécessité avec des arguments n'ayant qu'une valeur théorique. On connaissait bien quelques sports et, d'autre part, les fluctuations étaient évidentes; mais il n'était point facile de faire une analyse exacte des détails, fait qui a une grande importance pour la démonstration de la théorie de la descendance. L'absence de connaissances mieux définies sur cette question fut vivement ressentie par Darwin et elle a eu une grande influence sur ses vues à diverses époques.

La célèbre découverte due à Quételet de la loi des variations fluctuantes a changé la situation et levé beaucoup de difficultés. Tandis que l'on obtenait par cette découverte une notion claire sur la nature des fluctuations, on éliminait les mutations qui étaient considérées comme très rares ou inexistantes. Les mutations semblaient complètement super-

flues pour la théorie de la descendance et on n'attachait que très peu d'importance à leur étude. L'opinion scientifique courante sur cette question ne s'est modifiée que dans les dernières années. La loi de Mendel, relative aux hybrides de variétés, repose sur le principe des unités spécifiques et la valeur de cette notion est apparue sous cette forme à de nombreux chercheurs.

La variation fluctuante, ou individuelle comme on l'appelait autrefois, fait maintenant l'objet de recherches qui ont surtout le caractère des méthodes mathématiques. Je n'ai pas l'intention de les exposer dans le détail, car il faudrait y consacrer tout une série de conférences spéciales; j'examinerai seulement les limites qui séparent la fluctuation de la mutation et j'essaierai de donner une idée suffisante des principes qui régissent la fluctuation et permettent d'en préciser les limites. L'examen mathématique des faits n'a sans doute pas une très grande importance, mais les discussions violentes qui naissent actuellement entre des mathématiciens tels que Pearson, Kapteyn et d'autres doivent avertir les biologistes qu'il est prudent de s'abstenir de l'usage de méthodes qui ne sont point nécessaires pour le développement des recherches expérimentales.

Heureusement la loi de Quételet, qui est très claire et très simple, nous suffit complètement. Elle dit que, dans les phénomènes biologiques, les écarts de la moyenne suivent les mêmes lois que les écarts de la moyenne de tout autre genre de phénomènes qui ne sont régis que par le hasard. Le sens de cette proposition deviendra clair après la discussion des faits qui va suivre.

Tout d'abord, la variation fluctuante est un phénomène presque universel. Elle existe pour tout organe et pour toute qualité dont certains sont très variables et d'autres semblent bien fixés. La forme et la taille varient presque à l'infini et la même loi s'applique à la composition chimique, comme on le sait bien pour la quantité de sucre dans les Betteraves. Le nombre des organes est naturellement moins sujet à la variation, mais on sait que le nombre des rayons des ombelles, des fleurons ligulés des Composées, des paires de folioles dans les feuilles pennées et même des éta-

mines et des carpelles, est souvent très variable. Cependant les nombres les plus petits sont les plus constants, et il est rare d'observer des déviations à la structure du type cinq des fleurs. En général, les structures peu compliquées ne fournissent que de faibles déviations.

Les variations fluctuantes renferment deux catégories principales de phénomènes, qui obéissent à des lois identiques et qui, par suite, sont facilement confondus. En ce qui concerne les questions d'hérédité, il faut avoir soin de les distinguer. On les désigne sous les noms de fluctuation individuelle et de fluctuation partielle. La variation individuelle renferme les différences présentées par les individus, tandis que la variation partielle est limitée aux déviations que montrent les organes d'un même être comparés à l'organe moyen.

Les mêmes qualités varient dans certains cas, individuellement et, dans d'autres, partiellement; il en est ainsi pour la taille qui présente des variations individuelles aussi marquées pour les plantes annuelles ou bisannuelles qu'elles ne le sont pour l'homme. La taille peut présenter la fluctuation partielle dans le cas de plantes herbacées vivaces, pourvues de nombreuses tiges. Il arrive souvent qu'un caractère n'est développé qu'une seule fois dans tout le cours de l'évolution comme, par exemple, le degré de suture des cotylédons d'une plantule tricotylée et, dans de nombreux cas analogues, il est impossible de dire si un caractère est individuel ou partiel. En conséquence, on admet généralement que ces petits détails n'ont aucune importance réelle pour la transmission héréditaire du caractère étudié.

Les fluctuations ne se produisent que dans deux directions; la qualité peut augmenter ou diminuer, mais on ne la voit point varier d'une autre façon. Cette règle a maintenant une portée générale, établie par de nombreuses recherches, et elle est le caractère fondamental de toute la méthode des recherches statistiques. Elle présente une aussi grande importance dans la discussion du contraste qui existe entre les fluctuations et les mutations que dans l'appréciation de la part qu'elles ont dans les progrès de l'évolution des êtres organisés. Les mutations varient dans

toutes les directions et lorsqu'elles sont progressives, elles produisent chaque fois quelque chose de tout à fait nouveau.

Les fluctuations sont limitées à l'augmentation et à la diminution de ce qui est déjà possédé; elles peuvent produire des plantes pourvues de tiges plus élevées, des fleurs ayant des pétales plus nombreux, des fruits plus gros et meilleurs que la moyenne, mais il est évident que le premier pétale ou la première baie ne peuvent provenir de la seule augmentation de quelque qualité déjà possédée. On peut trouver des intermédiaires et on peut même marquer des limites, mais démontrer l'absence d'une limite est une tout autre question; il faudrait établir que les deux extrêmes appartiennent à une seule unité qui obéit dans ses variations à la loi simple de Quételet.

La nourriture est le facteur important de la variation fluctuante. Dans des milliers de cas, nos connaissances sont naturellement insuffisantes pour nous permettre d'analyser les relations de cause à effet, et ce n'est que tout récemment qu'on a découvert un certain nombre de phases du phénomène. Mais l'existence d'une relation est par elle-même évidente et sa découverte est aussi vieille que l'art horticole. Knight, qui vivait au début du siècle dernier, a beaucoup insisté sur elle, et depuis, elle a joué dans une large mesure un rôle important dans la pratique. De plus, Knight a montré à plusieurs reprises que c'est la quantité de nourriture, et non la qualité des divers éléments, qui joue le rôle important. La nutrition doit être prise dans le sens le plus large du mot et renfermer tous les agents favorables et nuisibles; la lumière et la température, la nature du sol et l'espace, l'eau et les sels agissent également; la coopération harmonieuse de ces facteurs constitue tout ce qui règle la croissance.

Nous avons examiné cette question importante, avec quelques détails, en exposant les anomalies des Pavots qui consistent en la métamorphose d'étamines en carpelles surnuméraires. Cette modification dépend des actions extérieures; elle est donc analogue à celles que l'on observe dans les variations fluctuantes en général. Nous avons étudié l'influence

de sols bon ou mauvais, de la lumière solaire et d'une atmosphère humide, et d'autres facteurs analogues; j'ai insisté spécialement sur les grandes différences que peuvent présenter les divers individus d'un même lot, lorsque l'humidité et l'engrais diffèrent en divers points de la même planche, chose inévitable, même dans les expériences les plus soignées. Certaines graines germent dans des endroits riches et humides, alors que leurs voisines en sont empêchées par la sécheresse locale, ou par l'absence d'engrais dans leur voisinage. Il y a des graines qui germent un jour de soleil et leurs premières feuilles croissent rapidement, tandis que dans les jours suivants le temps peut être défavorable et retarder beaucoup la croissance. Les différences individuelles semblent dues, au moins dans une très grande mesure, à des causes de cette nature, insignifiantes en apparence.

D'autre part, il arrive souvent que des variations partielles sont manifestement provoquées par des causes semblables. L'examen des différentes tiges de plantes qui se multiplient d'elles-mêmes par courants, bourgeons ou éclats de racines fournit à l'appui de cette hypothèse plus de preuves qu'il est nécessaire; il en est de même pour tous les cas de multiplication artificielle par boutures ou par d'autres méthodes végétatives. Si nous nous limitons aux feuilles d'un même arbre, ou aux branches d'un arbuste, ou aux fleurs d'une plante, on voit que leur variation est soumise à la même règle. Le développement des feuilles dépend de leur situation, c'est-à-dire de leur insertion sur des branches fortes ou faibles, de leur exposition à une lumière plus ou moins intense, de leur nourriture par des racines épaisses ou grêles. La vigueur des boutons axillaires et des branches qu'ils produisent dépend de la croissance et de l'activité des feuilles à l'aisselle desquelles ces boutons sont placés.

Cette dépendance de la nutrition locale nous conduit à la loi générale de la périodicité, qui, au sens large du mot, régit la fréquence des déviations fluctuantes des organes. La loi de périodicité correspond au principe général suivant: tout axe augmente de vigueur par la croissance, mais il atteint, tôt ou tard, un maximum, puis il décroît.

Cette augmentation et cette diminution périodiques sont souvent très apparentes, quoiqu'il existe des cas où elles puissent être modifiées par des influences étrangères. En général, les feuilles pennées ont les folioles inférieures plus petites que les supérieures, les plus longues sont parfois dans le voisinage, parfois à une certaine distance, de la pointe. Les branches à feuilles opposées en donnent des exemples très nets et leurs pousses suivent en général la même règle. Il est très facile d'observer ce phénomène sur des plantes en germination; lorsqu'elles sont très faibles, elles ne produisent que de petites feuilles, mais leur taille augmente graduellement et les organes nouveaux atteignent des dimensions plus considérables, jusqu'à ce que le maximum soit obtenu. Ce phénomène est si commun que, d'ordinaire, on en néglige l'importance. Il faut le regarder comme n'étant qu'un exemple d'une règle qui est valable pour toutes les tiges et toutes les branches et qui partout résulte d'une relation entre la croissance et la nutrition.

La loi de périodicité n'affecte pas seulement la taille des organes, mais aussi leur nombre, quand ces derniers sont très variables. Les Ombellifères ont de nombreux rayons dans les ombelles qui terminent les tiges vigoureuses, mais ce nombre décroît et devient très petit sur les branches latérales les plus faibles; il en est de même pour le nombre des fleurons ligulés des capitules de Composées, pour le nombre des stigmates des ovaires de Pavots qui peut être réduit sur les rameaux faibles à un nombre inférieur à quatre ou cinq. On pourrait en citer beaucoup d'autres exemples.

L'un des cas les mieux connus consiste en la relation de la fluctuation partielle avec la saison et le temps. Les fleurs diminuent lorsque l'automne approche; elles deviennent aussi plus petites et moins colorées; le nombre des ligules des capitules décroît. Les extrêmes deviennent plus rares et souvent les déviations de la moyenne semblent sur le point de disparaître; les fleurs doubles suivent rigoureusement cette règle et il en est beaucoup d'autres exemples qui viendront à l'esprit de quiconque étudie la nature.

La relation des fluctuations à la nourriture varie évidemment selon qu'il s'agit de fluctuations individuelles ou de

fluctuations partielles. Pour les premières, la période du développement du germe dans la semence est décisive; les cellules sexuelles peuvent être dans des conditions très différentes à l'époque de leur fusion et c'est peut-être cet état des cellules sexuelles qui renferme toutes les conditions déterminantes des caractères moyens du nouvel individu. La fluctuation partielle commence dès le début de la formation des feuilles et des bourgeons; toute modification ultérieure dans la nutrition ne peut affecter que leur taille et leur forme; les feuilles, les bourgeons, les branches et les fleurs sont tous soumis aux influences des conditions externes pendant leur période de jeunesse, et leur développement peut être ainsi déterminé en partie par l'action de ces facteurs.

Avant de terminer l'exposé de ces considérations générales, il faut porter notre attention sur la question de l'utilité. La variation fluctuante est évidemment une disposition très utile, au moins dans beaucoup de cas, et elle semble l'être d'autant plus que ses relations avec la nutrition sont évidentes. Ici, il y a deux points de vue qui sont étroitement mêlés. Une abondance de matière nutritive donne des feuilles plus grandes qui, à leur tour, fournissent une plus grande quantité de matières nutritives. Il en est ainsi pour le nombre des fleurs et des inflorescences et même pour le nombre des organes qui les constituent. Il s'en forme davantage par une meilleure nourriture et cette conséquence permet à la plante d'utiliser mieux les matières nutritives disponibles. Sans la fluctuation, il ne serait guère possible d'avoir une concordance aussi complète et, dans toutes les notions que nous avons du principe de l'utilité dans la nature, nous pouvons reconnaître l'efficacité de ce mode de variation.

Mais à d'autres points de vue, les fluctuations nous paraissent souvent tout à fait inutiles ou même nuisibles; les nombres des étamines ou des carpelles dépendent de la nutrition, mais on ne sait pas si leurs variations ont quelque importance pour multiplier les visites des insectes. Si les déviations augmentent, elles peuvent même devenir fâcheuses. Les fleurs du Millepertuis ou *Hypericum perforatum* ont d'ordinaire cinq pétales, mais ce nombre varie de trois à huit ou plus encore; les abeilles ne pourraient guère être égarées

par des déviations de cette nature. Le nombre des carpelles des Renoncules et des Ancolies, celui des loges des capsules de Cotonnier et de beaucoup d'autres plantes est variable; il en résulte que le nombre des graines est réglé d'après la nourriture disponible, mais on ne peut dire si cette disposition a une autre utilité. Les variations dans les stries des fleurs, qui indiquent aux insectes la route des nectaires, ou bien encore les variations dans les taches colorées peuvent facilement devenir nuisibles si elles trompent les insectes; on connaît des exemples de grande variabilité des taches de la corolle de quelques espèces cultivées de fleurs mimétiques; par exemple, pour le *Mimulus quinquevulnerus* la variabilité est telle qu'on pourrait à peine la trouver sur des plantes sauvages, car leurs taches d'un brun sombre varient au point d'être ou bien complètement absentes, ou étalées au point de cacher complètement le fond jaune pâle de la fleur.

Après avoir examiné rapidement les causes de la variation fluctuante, nous pouvons passer à la discussion de la loi de Quételet qui établit que les déviations de la moyenne obéissent à la loi de probabilité et se comportent par conséquent comme si elles ne dépendaient que du hasard.

Tout le monde sait que la loi de Quételet peut être démontrée très facilement en plaçant sur un rang un nombre suffisant d'hommes adultes classés par ordre de taille; la ligne tracée par leurs têtes se trouve identique à celle qui résulte de la loi de probabilité. On peut disposer exactement de la même façon les tiges et les branches, les feuilles, les pétales et même les fruits et, en général, tous ces organes montrent la même courbe de variabilité. Ce mode de classement est très frappant; il établit dès le premier examen que la grande majorité des échantillons ne dévie que très peu de la moyenne. Les déviations plus considérables sont beaucoup plus rares et leur nombre diminue à mesure que la déviation devient plus grande, comme le montre la courbure de la ligne qui les représente. La partie centrale est presque droite et horizontale, alors que les extrémités s'inclinent rapidement, l'une vers le bas et l'autre vers le haut.

Toutefois, il est évident que, dans ces groupements, on

peut commodément remplacer les feuilles et les autres organes par de simples traits indiquant leur taille; le résultat reste le même et les traits peuvent être disposés arbitrairement, mais à des distances égales; enfin, les tailles peuvent aussi être représentées par des chiffres dont la concordance avec la loi générale se démontre par un simple calcul; de cette façon, il est facile de comparer la variabilité d'organes différents.

Une autre méthode d'étude consiste à grouper les déviations en classes déterminées à l'avance. Pour cela, on mesure les variations avec une unité type, et toutes celles qui se trouvent enfermées entre deux limites sont regardées comme appartenant au même groupe. Cette méthode est très commode pour l'étude des semences des petits fruits, des baies et d'un grand nombre d'autres organes. On prend d'ordinaire pour exemple les Haricots dont on fait des groupements d'après la taille; on peut y arriver de différentes façons. Dans un petit morceau de planche, on découpe une ouverture ayant la forme d'un coin dans laquelle on pousse les semences aussi profondément qu'il est possible. Les bords de la fente portent des graduations dont les chiffres indiquent la longueur correspondante; il en résulte que les chiffres lus sur les extrémités d'un Haricot poussé à fond en donnent immédiatement la longueur. On néglige les fractions de millimètre et, après la mesure, on répartit les Haricots dans des verres cylindriques de même diamètre, chaque vase ne recevant que les graines d'une même longueur.

Il est évident que la hauteur à laquelle les Haricots remplissent le vase mesure approximativement leur nombre. Si maintenant on dispose les verres sur un rang et dans l'ordre convenable, les Haricots contenus dans chacun d'eux dessinent une ligne qui correspond à la loi du hasard. Toutefois, dans cette opération, la ligne obtenue est tracée par une méthode différente que dans le cas précédent. Il faut remarquer que les verres peuvent être remplacés par des traits indiquant la hauteur de leur contenu et que, pour avoir une détermination plus facile et plus correcte, on peut simplement prendre des traits dont la longueur est proportionnelle au nombre de Haricots compris dans chaque verre. En orientant

tous les traits verticalement par rapport à une base commune et en les distribuant à des distances égales, la ligne qui passe par leurs extrémités supérieures représentera la variation fluctuante du caractère étudié.

On peut appliquer la même méthode à d'autres graines, à des fruits et à des organes divers. Il est même inutile de grouper les objets eux-mêmes et il suffit de grouper les chiffres obtenus par leur mesure; pour y arriver, on divise une ligne horizontale de repère en parties égales correspondant aux unités types choisies pour l'épreuve; les valeurs mesurées sont écrites au-dessus de cette ligne, chaque chiffre étant placé entre les deux points qui renferment la valeur correspondante. C'est une opération très intéressante que de construire ainsi l'image d'un groupe d'organes. Les premiers chiffres tombent çà et là, mais, très vite, ils se groupent sur les rangées verticales du milieu de la base de repère dont l'importance augmente graduellement. Il suffit parfois de faire dix ou vingt mesures pour obtenir l'aspect général de la ligne de chance, mais souvent il subsiste des denticulations; les irrégularités disparaissent peu à peu à mesure que le nombre des observations croît et la ligne devient plus régulière et se courbe plus uniformément.

Cette méthode de répartition directe des chiffres sur une ligne horizontale est très commode pour classer les observations faites dans le champ ou dans le jardin; il suffit d'examiner un très petit nombre de cas pour avoir une appréciation suffisante de la valeur moyenne du caractère et pour montrer ce que l'on espère obtenir en continuant à appliquer la méthode. Elle donne des résultats si frappants et elle est, en même temps, si complètement indépendante de toute discussion mathématique qu'on devrait l'appliquer à tous les cas où l'on désire se rendre compte de la valeur réelle d'un organe et mesurer les déviations qui l'accompagnent.

J'en cite un exemple fourni par le dénombrement de fleurons ligulés du capitule de la Chrysanthème des blés ou *Chrysanthemum segetum*. Ce sont les nombres qui m'ont permis de choisir la plante qui, plus tard, a montré les pre-

miers signes de la duplication. Je les ai notés de la manière suivante :

47					
47	52				
41	54	68			
44	50	62	75		
36	45	58	65	72	— 99

On pourrait naturellement, dans cette opération, remplacer les chiffres par des lignes ou par des points équidistants, mais l'expérience montre que les chances d'erreurs sont notablement moindres, lorsqu'on écrit les chiffres eux-mêmes. Dans les cas où l'on doit faire usage de décimales, la meilleure méthode est évidemment de conserver les chiffres eux-mêmes, car il est souvent nécessaire dans la suite de les grouper en adoptant une unité légèrement différente.

On voit facilement que la forme de la ligne qui réunit les sommets des rangées verticales correspond à la loi de Quételet; en général, elle est identique à celle qui représente les mesures des Haricots et des graines, ce qui prouve que l'accumulation croissante de cas isolés se fait autour d'une moyenne qui correspond à la masse des observations. On ne trouve qu'un petit nombre de déviations accusées; celles-ci sont d'autant plus rares que les écarts sont plus considérables. La ligne commence par tomber très rapidement de part et d'autre de la moyenne, puis elle se courbe lentement jusqu'à prendre une direction presque horizontale; elle ne touche la ligne de repère que dans les cas extrêmes.

Il est bien évident que toutes les qualités qui peuvent être exprimées par des chiffres se prêtent à une étude analogue. Tout d'abord, il faut citer les organes qui apparaissent en nombre variable, tels que les fleurons ligulés des Composées, les rayons des ombelles, les folioles des feuilles pennées et palmées, les nombres de nervures, etc.; on prouve aisément qu'ils suivent la même règle générale. On peut aussi exprimer en pourcentages, la quantité de substances chimiques, comme on le fait sur une grande échelle pour

le sucre des Betteraves et des Cannes, pour l'amidon des Pommes de terre et dans d'autres cas. Les chiffres que l'on obtient suivent la même loi. Toutes les qualités que l'on voit croître et décroître peuvent être étudiées de la même façon, lorsque l'on réussit à fixer une unité type pour leur mesure; la couleur des fleurs peut même être soumise à ce genre de recherches.

Lorsque l'on compare les lignes obtenues dans les cas les plus différents, on constate qu'elles présentent en général les mêmes caractères. D'ordinaire la courbe est symétrique; elle s'incline des deux côtés de la même façon; mais il n'est pas rare que l'inclinaison soit forte d'un côté et faible de l'autre. C'est précisément le cas des observations relatives à des nombres dont la moyenne est voisine de zéro; car ici, naturellement, la variation n'est possible que dans un seul sens et peut croître de ce côté sans limite définie. Il en est ainsi pour l'exemple des fleurons ligulés dont les nombres sont cités à la page précédente. Il faut toutefois regarder les divergences de cette nature comme des exceptions à la règle et les attribuer à des causes inconnues.

Jusqu'ici nous n'avons discuté que le côté empirique du problème; cela suffit d'ordinaire, lorsqu'il s'agit d'une étude expérimentale des problèmes de l'hérédité. L'étude du phénomène de régression ou de la relation entre les degrés de variation des parents et de leurs descendants, de même que la sélection des cas extrêmes pour la multiplication, ne dépendent évidemment pas de considérations mathématiques. Mais, d'autre part, il est important de faire l'analyse statistique de ces phénomènes et cette analyse exige l'emploi de méthodes mathématiques.

Toutefois, comme les études de statistique ne font pas l'objet de ces conférences, je dois laisser de côté toute explication de la méthode employée et je me limiterai à une comparaison générale des polygones empiriques à la courbe qui traduit la loi du hasard. Avant d'entrer dans des détails, il faut rappeler une fois de plus que les résultats empiriques sont identiques pour les fluctuations individuelles et les fluctuations partielles. En général, celles-ci sont beaucoup plus fréquentes et par suite plus faciles à étudier, mais on

a aussi établi des moyennes pour les variations individuelles ou personnelles.

Newton a découvert que la loi du hasard peut être exprimée par une formule mathématique très simple. Sans entrer dans le détail, on peut dire que cette formule repose sur les propriétés du binôme. Si on calcule la valeur de  $(a + b)^n$  pour quelques valeurs de l'exposant et si, après le développement, on ne considère que les valeurs des coefficients, ils donnent les éléments nécessaires pour la construction d'une ligne qui est appelée la courbe de probabilité. Dans cette construction, les coefficients sont pris comme ordonnées, c'est-à-dire que les longueurs de celles-ci sont proportionnelles à la valeur des coefficients. Après avoir fixé les ordonnées, on les répartit à des distances égales et la ligne qui unit leurs sommets est la courbe cherchée. A première vue, elle montre une forme en tout analogue à celle des courbes de variation fluctuante obtenues par la mensuration de Haricots et d'autres objets. Ces courbes sont symétriques dans les deux cas et s'inclinent très rapidement dans le voisinage du terme moyen, tandis que, à mesure qu'elles s'en écartent, elles perdent graduellement leur chute rapide et deviennent à leurs extrémités presque parallèles à la ligne de repère.

La ressemblance entre les courbes empiriques et les courbes théoriques est en elle-même un fait de pure constatation.

On admet que les causes du hasard sont innombrables et tout le calcul repose sur cette hypothèse. Les causes des fluctuations des phénomènes biologiques n'ont pas encore été l'objet d'études critiques suffisantes pour permettre d'établir des théories bien définies. Le mot nutrition renferme évidemment tout une série de facteurs distincts, tels que la lumière, l'espace, la température, l'humidité, les conditions chimiques et physiques du sol et les changements de l'atmosphère. Les facteurs, pris un à un, sont sans doute très nombreux, mais on ne peut dire qu'ils sont assez nombreux pour être regardés comme innombrables et que cette hypothèse explique les lois de la fluctuation. La méthode la plus commode consiste à admettre qu'ils se combinent de la même manière que les causes du hasard, ce qui explique

la ressemblance des courbes; il est très probable en effet que certains facteurs ont une influence plus considérable sur les variations individuelles et d'autres sur les fluctuations partielles. Si cette hypothèse est exacte, l'importance de ces facteurs au point de vue de l'hérédité peut être très différente. Dans l'état actuel de nos connaissances, les courbes de fluctuations ne permettent pas de pousser bien loin l'étude des causes et, là où elles sont évidentes, on peut les découvrir sans statistiques, comme c'était le cas avant la découverte de Quételet.

Pour un grand nombre de questions relatives à l'hérédité et à la sélection, il est très utile de mieux connaître les propriétés de ces courbes et, par conséquent, je vais essayer de montrer leurs caractères les plus essentiels autant qu'on peut le faire sans calcul.

À première vue, trois points attirent notre attention : le médian, ou sommet de la courbe, et les extrêmes. C'est d'eux que semblent dépendre tous les détails de la courbe dont la forme générale est fournie par les résultats des observations ou par les coefficients du binôme. Il n'y a pas de doute en ce qui concerne le médian; sa valeur est empirique et il n'est pas nécessaire de discuter davantage ce point; plus le nombre des observations augmente, plus cette valeur moyenne est exacte et précise, mais, d'ordinaire, elle est la même pour des séries d'observations peu ou très nombreuses.

Il n'en est pas ainsi pour les extrêmes. Il est bien évident que des séries d'observations peu nombreuses ont peu de chance de les renfermer. Les chances de posséder des extrêmes augmentent avec le nombre des observations. En général et en excluant les cas exceptionnels, les déviations extrêmes augmentent en proportion du nombre des cas observés; on peut s'attendre à trouver des différences plus considérables entre les Haricots les plus petits et les Haricots les plus grands en examinant des centaines de milliers de Haricots au lieu de quelques centaines de Haricots du même lot; d'où la conclusion que les extrêmes ne forment pas un critérium sûr pour la description des courbes et conviennent peu au calcul qui doit être établi sur des valeurs moins vagues.

La raideur de la courbe fournit une indication précise; elle veut être inégale pour les deux côtés de la courbe et peut varier aussi pour des courbes différentes. D'ordinaire, on la mesure au moyen d'un point situé sur chaque moitié de courbe et pour cela on choisit celui qui se trouve exactement au milieu de l'intervalle du point extrême et du médian; cependant cette situation à mi-chemin du point n'est pas définie d'après l'amplitude de la déviation extrême, car, s'il en était ainsi, elle présenterait la même incertitude que l'extrême lui-même. Ce point de la courbe est celui qui est dépassé par la moitié du nombre des observations représentées par une demi-courbe et n'est pas atteint par l'autre moitié de ces observations. Il correspond à l'erreur probable, valeur très importante en statistique, que Galton a désignée sous le nom de quartile; car il est évident que le médian et les deux quartiles divisent l'ensemble des observations en quatre parties égales.

En faisant choix des quartiles comme éléments du calcul, on se rend indépendant de toutes les causes d'erreur secondaires qui sont entraînées nécessairement par l'incertitude des extrêmes. Dans des cas exceptionnels ou dans des exemples choisis pour la démonstration, les extrêmes peuvent être très importants, mais pour toutes les autres considérations, les quartiles sont les valeurs réelles sur lesquelles reposent le calcul.

De plus, si l'on a contrôlé la concordance des observations avec la loi de probabilité, il devient possible de définir toute la courbe par le médian et les quartiles et de résumer des centaines de mesures ou de dénombrements par trois chiffres, et même par deux chiffres, dans le cas de courbes symétriques.

Ainsi, les quartiles ont une grande importance dans la comparaison de différentes courbes entre elles. Chaque fois que l'on compare une courbe de fluctuation empirique avec la courbe théorique ou lorsqu'on examine simultanément deux ou plusieurs cas de variation, il faut tracer les courbes sur la même ligne de repère. Il est évident que les médians doivent être placés sur la même ordonnée; quant à la raideur de la courbe, elle dépend surtout de l'échelle employée. Il faut se souvenir ici que les intervalles entre les ordonnées

successives sont complètement arbitraires dans toutes les considérations déjà exposées; il en est ainsi aussi longtemps que l'on étudie une seule courbe à la fois, mais si on en compare deux, il est évident que le choix doit être fait une fois pour toutes. La comparaison doit avoir lieu avec une échelle unique et, pour cela, il faut placer les quartiles correspondants sur les mêmes ordonnées. Ceci fait, chaque division de l'échelle de repère correspond à des nombres proportionnels d'individus et on peut faire une comparaison complète.

Dans cette comparaison, on peut admettre que les fluctuations sont identiques lorsque les courbes se recouvrent, quels que soient les organes ou les qualités observés. De plus, chaque fois qu'une courbe empirique recouvre la courbe théorique, c'est que la fluctuation suit la loi de Quételet et peut être ramenée à des causes très ordinaires et générales; mais si l'on ne peut établir la concordance, il est nécessaire de chercher l'origine de cette divergence.

Les courbes anormales se rencontrent de temps à autre, mais elles sont rares. On a déjà parlé des formes asymétriques, qui semblent très fréquentes; il existe aussi un autre type de déviation à la règle, qui résulte de la présence de deux sommets. Ce cas se décompose en deux. Si l'on compte les ligules des capitules de Composées et si l'on dispose les données sur une courbe, on observe d'ordinaire un sommet principal correspondant à la moyenne; mais, de part et d'autre et dans le voisinage du sommet, on voit aussi des sommets plus faibles. Une étude minutieuse montre que ces sommets correspondent aux ordonnées sur lesquelles se trouvent les sommets principaux des espèces voisines.

Ainsi le caractère spécifique d'une forme réapparaît comme caractère secondaire dans une espèce voisine. Ludwig a découvert que ces sommets secondaires correspondent à la loi découverte par Braun et Schimper qui établit une relation entre les chiffres successifs d'une série. Cette série fournit en général les valeurs de la divergence foliaire et, dans notre cas particulier, la disposition des bractées et des fleurs des capitules de Composées. C'est la série à laquelle nous avons déjà fait allusion en étudiant la disposition des feuilles sur les tiges tordues; elle commence par les chiffres 1 et 2 et

les chiffres suivants sont obtenus en faisant la somme des deux précédents. Les plus communs sont 3, 5, 8, 13, 21; il est rare qu'on ait l'occasion d'observer des chiffres plus élevés. Or, les sommets secondaires des courbes de ligules de Composées correspondent en général à ces chiffres et on pourrait en donner facilement d'autres exemples.

En second lieu, viennent les cas où la courbe présente deux sommets de valeur égale ou presque égale. Ils correspondent à des mélanges de races différentes, chacune d'elles ayant en propre son médian et la partie de la courbe voisine du sommet correspondant. Nous avons déjà rencontré un cas de ce genre en étudiant l'origine du Chrysanthème des moissons à fleurs doubles. L'espèce sauvage présente un sommet pour 13 ligules et la variété *grandiflorum* pour 21. Il arrive souvent que cette dernière soit impure et possède en mélange une proportion variable d'individus de l'espèce sauvage. Il n'est pas facile de s'en rendre compte par l'examen superficiel des cultures, mais cet état apparaît de suite lorsqu'on construit les courbes. Ainsi, dans beaucoup de cas, on peut utiliser les courbes pour découvrir des mélanges de races.

Des courbes à deux sommets peuvent aussi être obtenues par l'étude de races vraiment doubles, c'est-à-dire de variétés instables. La courbe des stries du Muffier à fleurs rayées présente deux sommets dont l'un correspond à la moyenne des fleurs striées et l'autre aux fleurs d'un rouge pur. On peut mettre en évidence ces cas exceptionnels au moyen de courbes, mais ici il est impossible de séparer les éléments par des cultures expérimentales.

Les demi-courbes présentent une particularité curieuse. On voit souvent varier le nombre des pétales dans un seul sens à partir du nombre que l'on doit regarder comme l'état moyen; ainsi, pour les Renoncules, les Ronces et beaucoup d'autres fleurs, on observe seulement une augmentation du nombre normal qui est cinq; les fleurs à quatre pétales manquent totalement ou du moins sont très rares. Dans les *Weigelia* et beaucoup d'autres plantes, le nombre des dents de la corolle varie par diminution et passe de cinq à quatre, puis à trois; il existe des centaines de fleurs pour lesquelles le nombre typique est cinq et correspond au sommet de la

courbe; celle-ci n'a qu'un seul sens et trahit une variation unilatérale qui, dans beaucoup de cas, est due à la fusion intime de deux sommets, l'un principal, l'autre secondaire et caché. Dans le cas de la Renoncule bulbeuse (*Ranunculus bulbosus*) j'ai réussi à isoler le second sommet, sans toutefois obtenir une variété distincte, mais seulement une forme qui correspond au type des variétés instables.

En résumant les résultats de cette discussion trop brève, nous pouvons dire que les fluctuations sont linéaires et limitées à l'augmentation et à la diminution des caractères. Les variations sont généralement dues à des différences dans la nutrition, soit de l'organisme tout entier, soit de quelques-unes de ses parties; dans le premier cas, on dit que les déviations de la moyenne sont individuelles; elles ont une grande importance pour les caractères héréditaires des descendants; dans le second cas, les déviations sont de beaucoup plus générales et plus frappantes, mais elles ont moins d'importance; on les appelle fluctuations partielles.

Toutes ces fluctuations sont régies, en général, par la loi des probabilités et se comportent comme si leurs causes n'étaient soumises qu'au hasard.

---

## VINGT-SIXIÈME CONFÉRENCE

### MULTIPLICATION ASEXUÉE DES EXTRÊMES

On peut étudier la variation fluctuante à deux points de vue différents. Il est souvent désirable de provoquer le polymorphisme d'un lot de fleurs et toutes les méthodes qui augmentent le degré de fluctuation sont utilisées pour aboutir à ce résultat. D'autre part, la variation fournit des échantillons qui sont supérieurs à la moyenne en ce qu'ils donnent une récolte meilleure ou plus considérable. Pour ce qui concerne les fruits et certaines plantes cultivées, il est évidemment utile de ne propager que les meilleurs individus et, si possible, le meilleur de tous. Or le meilleur est le terme extrême de tout une série de formes différentes et il est de plus l'extrême d'un seul côté du groupe. Dans la pratique, l'individu le meilleur est presque toujours celui pour lequel une qualité est augmentée, mais il y a cependant des cas où on désire diminuer autant que possible un défaut et alors c'est l'extrême opposé qui a la plus grande valeur.

Ces considérations nous conduisent à discuter les résultats du choix des extrêmes, résultats qui, on le voit aisément, ont une grande importance au point de vue pratique. On désigne souvent ce choix par le mot de sélection qui a, comme la plupart des termes employés dans l'étude de la variation, plusieurs sens possibles. Les faits ont été accumulés en quantité énorme depuis l'époque de Darwin; leur connaissance plus approfondie a conduit à faire des distinctions et des subdivisions d'une manière si rapide que la terminologie n'a pu suivre le mouvement. La sélection renferme tout ce qui est désigné par le mot choix. Darwin adopte la subdivision en sélection naturelle et sélection artificielle, mais il est néces-

saire de faire des subdivisions particulières dans ces deux catégories.

Dans la quatrième conférence, nous nous sommes occupés de cette question et nous savons que, tout d'abord, la sélection consistait en un choix des espèces élémentaires qui composent la même forme systématique. Cette sélection d'espèces fut employée par Le Couteur et Patrick Shireff et elle est maintenant d'un usage courant dans la pratique, où elle a reçu le nom de « mise à l'épreuve des variétés ». Ce mot clair et dépourvu d'équivoque ne peut guère être pris dans le sens de sélection naturelle. L'association poétique des mots, sélection naturelle, a déjà provoqué de nombreuses difficultés qu'il faudrait éviter dans l'avenir. D'autre part, l'usage des mots, sélection naturelle des espèces, s'accorde aussi exactement que possible avec la terminologie existante et ne semble pas permettre de méprise.

Il y a la sélection entre espèces et il faut lui opposer la sélection dans l'espèce. Il est évident que la première précède la seconde et, si on ne peut marquer cette succession d'une manière précise, elle apparaîtra nécessairement plus tard. Cette conséquence est évidente lorsqu'on remarque que les fluctuations ne sont régulières que dans les lignées pures et normales et que tout mélange de lignées peut être mis en évidence par la forme des courbes. De plus, la sélection entraîne le choix d'individus isolés et une plante unique, lorsqu'elle n'est pas un hybride, ne peut guère appartenir à deux espèces distinctes. Ainsi le premier choix rend pure la famille qui en dérive.

Lorsque j'oppose la *sélection entre espèces* à la *sélection dans l'espèce*, je songe évidemment aux espèces élémentaires qui renferment des variétés. Les mots n'ont pas d'importance, si on comprend bien que je veux désigner par là les réelles unités systématiques. En adoptant ce sens, on peut désigner la sélection dans l'espèce par le terme de *sélection intra-spécifique* et il est évident que ce mot est applicable à la fois à la sélection naturelle et à la sélection artificielle.

Nous avons déjà étudié d'une manière suffisante la sélection entre espèces et nous pouvons nous limiter maintenant à l'étude du processus de la sélection dans l'espèce. Dans la

pratique, elle joue un rôle secondaire et dans la nature elle n'a qu'une importance très restreinte; il est préférable, par suite, de commencer la discussion par l'étude des faits expérimentaux observés par les éleveurs.

La variation fluctuante peut être utile de deux manières différentes. Dans les deux cas, il faut multiplier l'extrême choisi et la multiplication peut être obtenue par voie végétative ou par semis. Les propagations asexuée et sexuée diffèrent à beaucoup de points de vue et il en est de même lorsqu'il s'agit de variation.

Pour établir la différence d'une manière précise, il est nécessaire de partir de la distinction entre les fluctuations individuelles et les fluctuations partielles, telle que nous l'avons faite dans la conférence précédente. Il sera plus facile de mettre cette distinction en évidence, si l'on étudie les causes de la variation. Nous les avons examinées en détail et nous savons maintenant que seules les conditions internes déterminent des moyennes autour desquelles il peut s'établir des fluctuations dues aux conditions externes. Ces conditions externes agissent pendant toute la vie; dès le début, elles font sentir leurs influences à tout l'organisme et provoquent des changements durables dans des directions diverses. Le début de la vie de l'individu est la période du développement du germe dans la graine; il commence avec la fusion des cellules sexuelles qui, de leur côté, peuvent être notablement influencées avant leur union. C'est la période à laquelle se détermine la variation individuelle. Dès que la ramification commence, les agents externes agissent séparément sur chaque partie et en modifient certaines à un degré plus considérable et d'autres moins. Alors commence la variation partielle. Dès le début, toutes les parties doivent être modifiées de la même façon et dans la même mesure, mais il est bien évident que cette concordance diminue rapidement, soit qu'il y ait des différences dans l'exposition, soit que, et c'est le cas le plus fréquent, la sensibilité des organes eux-mêmes soit altérée.

Il est difficile d'arriver à une notion précise des différences qui existent entre la variation partielle et la variation individuelle et il n'est pas non plus commode d'apprécier

la part qui revient à chacune d'elles. La meilleure méthode consiste peut-être à considérer que leur activité diminue graduellement l'étendue des états possibles. Dès le début, la plante doit développer ses qualités à un certain degré, sans toutefois qu'aucune d'elles soit fixée; peu à peu, le développement se précise et prend une direction favorable ou défavorable. Dès que la direction est prise, la moyenne se trouve déterminée et c'est autour d'elle que se groupent les variations ultérieures; la plante ou l'organe continue à se développer dans ces conditions jusqu'à l'état adulte, où il possède finalement l'un des milliers de degrés de développement parmi lesquels il pouvait au début choisir en toute liberté.

En d'autres termes, nous trouvons que tout individu et tout organe à l'état adulte correspond à une seule ordonnée de la courbe. La courbe indique la série des états possibles; l'ordonnée montre le choix qui a été fait. Il est bien clair maintenant que ce choix n'a pas été subit, mais gradué. Lorsque le développement de l'individu ou de l'organe était à moitié accompli, le choix se trouvait lui aussi à moitié déterminé, mais la seconde moitié restait encore indéfinie. La première moitié de développement est la même pour tous les organes de la plante et il faut l'appeler pour cela développement individuel; la seconde diffère pour les diverses portions de l'individu et portera le nom de développement partiel. Selon les cas considérés, l'une ou l'autre partie du développement sera plus ou moins considérable.

Pour terminer cette étude, nous pouvons prendre un exemple particulier, celui de la longueur des capsules des *Cenothères* qui est très variable; les plus longues capsules ont une taille qui dépasse de plus de deux fois celle des plus petites. Beaucoup de capsules sont groupées sur le même épi et il est facile de voir qu'elles sont d'inégales longueurs; elles varient d'après leur situation et, en général, la taille diminue à partir de la base pour être très faible, surtout à l'extrémité des grappes; les fruits des branches latérales plus faibles sont aussi moins gros. Il est facile de faire des courbes en mesurant quelques centaines de capsules cueillies à des endroits identiques sur des plantes

différentes; on peut même se limiter à l'étude d'un seul individu. Ces courbes donnent la variation partielle qui obéit à la loi de Quételet.

A côté de cette étude limitée, nous pouvons comparer entre eux les nombreux individus d'une station ou d'un massif très fourni de plantes cultivées; nous sommes alors frappés par le fait que certaines plantes ont des fruits gros et d'autres des fruits petits.

Si l'on étudie seulement l'épi principal de chaque plante ou même la partie inférieure de l'épi principal, on évite autant qu'il est possible la variation due à la fluctuation partielle. Il reste des différences qui suffisent pour permettre la comparaison facile des résultats avec la loi générale. Pour y arriver, on prend sur chaque plante un nombre déterminé de capsules et on mesure leur longueur moyenne; dans quelques expériences, j'ai pris les trente capsules inférieures des grappes principales. Les moyennes que l'on obtient ainsi pour chaque plante sont alors réunies en une courbe et on trouve que les fluctuations suivent aussi la loi de Quételet. Ainsi, les moyennes individuelles et les fluctuations autour de chacune de ces moyennes suivent la même loi; les premières traduisent des mesures correspondant à des plantes entières; les secondes ne sont relatives qu'aux parties des plantes.

Pour résumer l'ensemble de cette discussion, on peut dire que les qualités sont déterminées à un certain degré pendant les étapes les plus jeunes des organismes et que cette détermination a une influence pendant toute la vie; plus tard, il n'y a que des degrés de moindre importance qui se fixent. Cette règle montre de suite avec clarté que les degrés de l'ensemble des variations individuelles et partielles doivent être plus considérables que les degrés de chaque variation prise isolément. On ne peut naturellement éliminer les fluctuations partielles et, dans cette comparaison, nous sommes limités à opposer la variation partielle et individuelle d'une part, à la variation partielle seule d'autre part. On voit ainsi que la sélection dans l'espèce se compose de deux parties: d'une sélection entre les individus et d'un choix entre les parties de chaque individu; la première laisse un vaste champ au choix, la seconde est plus restreinte.

On peut éliminer d'une manière très simple la variation individuelle considérée comme le résultat des influences extérieures qui agissent pendant l'extrême jeunesse. Il suffit évidemment pour cela de supprimer l'extrême jeunesse, c'est-à-dire d'éviter l'emploi de semences. On peut donc limiter la variation à la seule fluctuation partielle à l'aide de multiplications végétatives par greffes et boutures, par courants ou racines, par division des souches et des bulbes. C'est tout ce que nous pouvons espérer obtenir, mais l'expérience montre que cette méthode de délimitation est très efficace. En général, les fluctuations partielles sont de beaucoup plus restreintes que les fluctuations individuelles et partielles réunies.

On peut désigner, sous le nom de fluctuation de graines, la variabilité individuelle des plantes et l'opposer ainsi à la variabilité partielle, ou fluctuation de bourgeons; ces termes sont peut-être préférables à tous les autres pour donner une idée claire de cette distinction. On comprend facilement que le germe renfermé dans une graine non mûre est de beaucoup plus sensible aux conditions externes qu'un bourgeon; la multiplication des extrêmes par graines est par suite toujours contrariée par la variation individuelle qui permet la réapparition immédiate de toutes ou presque toutes les possibilités initiales; la multiplication par bourgeon n'a pas cet inconvénient et conduit par conséquent à un haut degré d'uniformité. Or, c'est cette uniformité que dans beaucoup de cas les sélectionneurs s'efforcent d'obtenir.

Nous étudierons la réapparition des possibilités antérieures dans la conférence suivante sous le titre de Régression. Elle n'est nullement complète, du moins dans une seule génération; il subsiste une partie de l'amélioration qui favorise la génération suivante et on peut l'estimer approximativement comme équivalente au tiers ou à la moitié de l'amélioration obtenue au début. Il résulte de cette remarque que la multiplication végétative donne naissance à des variétés sélectionnées qui sont en général deux ou trois fois supérieures aux variétés de plantes sélectionnées par graines; aussi, on comprend facilement que les sélectionneurs préfèrent, généralement, multiplier par voie végétative leurs formes améliorées et qu'ils le font dans tous les cas possibles; mais cette

méthode est d'une application limitée et il est toujours nécessaire de propager par graines les plantes fourragères et le plus grand nombre de nos légumes.

Dans la nature, il est plus fréquent d'observer la multiplication par graines. La multiplication asexuée, quoique très commune dans les plantes vivaces, ne paraît pas offrir un matériel important pour la sélection; il en résulte que dans la comparaison des résultats obtenus dans la nature et dans la culture, il faut éliminer avec soin les cas qui sont toujours soumis à la propagation végétative. Nos plantes bulbeuses à grandes fleurs et nos fruits délicieux n'ont rien de commun avec les produits naturels et il ne faut pas les considérer comme des types de variation qui permettent de juger ce que peut donner la nature.

Il est très difficile, pour un botaniste, de faire l'exposé de ce qu'on a pu obtenir dans la pratique par la multiplication asexuée des extrêmes; c'est à cette méthode que sont dus presque tous les fruits de grosse taille et les plus agréables. On en trouve aussi d'autres exemples dans les fleurs et les plantes horticoles; cependant la grande majorité des variétés améliorées et multipliées par bourgeons ne résultent pas de la seule sélection dans l'espèce, ils sont dus, pour une bonne part, au choix des meilleures espèces existantes et, dans une certaine mesure, à des croisements entre ces espèces élémentaires ou même entre des espèces systématiques distinctes. Dans la pratique, la sélection et l'hybridation sont employées simultanément et il est souvent difficile de dire ce qui, dans le résultat obtenu, doit être attribué à l'un et à l'autre facteur.

Le savant, au contraire, ne s'inquiète nullement de la production industrielle. Son travail consiste en l'analyse des méthodes qui lui permettent d'apprécier à leur juste valeur les influences de tous les facteurs en jeu. Cette étude des causes actives donne une connaissance plus profonde des opérations des praticiens et peut devenir la base d'une amélioration de leurs méthodes.

D'après ces considérations, nous allons maintenant exposer quelques exemples démonstratifs, et, tout d'abord, nous choisirons ceux où l'hybridation n'intervient pas.

On a cru longtemps que la Canne à sucre ne donnait pas de semences; les nombreuses variétés connues ne sont propagées que par multiplication végétative; on coupe les tiges en morceaux présentant un ou deux ou plusieurs nœuds pourvus de leurs bourgeons axillaires. Toute variété cultivée sur de vastes terrains et même dans plusieurs régions doit être considérée, au point de vue de la variation, comme formée d'un seul individu. La fluctuation individuelle est limitée à la première période de la vie, lorsque la plante s'est développée d'une graine d'origine inconnue. Les caractères particuliers de la variété ne sont que la combinaison des caractères de l'individu, imprimés par hérédité dans la semence unique initiale, et de ceux qui ont affecté le germe au moment de la maturation de la graine; la fluctuation partielle intervient seule dans les différences des représentants de la variété, puisqu'elle résulte des influences ultérieures; il est donc possible de la soumettre à une étude de statistique.

Le principal objet de cette étude est de déterminer la production de sucre dans les tiges, et les courbes qui représentent le pourcentage de cette substance dans les différentes tiges de la même variété suivent les lois de Quételet. Chaque variété possède sa propre moyenne autour de laquelle se groupe, en masse compacte, la majeure partie des résultats. Les déviations en plus ou en moins sont rares, d'autant plus rares qu'elles sont plus accusées. La Canne « Cheribon » est la variété la plus riche cultivée à Java; elle a une moyenne de 19% de sucre et ses extrêmes sont 11% et 28%. Les moyennes sont, pour les variétés « Chunnic », 14%, « Black Manilla », 13% et « White Manilla », 10%; leurs extrêmes inférieurs et supérieurs s'écartent de la moyenne comme la Canne « Cheribon » et sont, pour la dernière variété nommée, 1% et 15%.

Cette variation partielle a une très grande importance pratique en ce sens qu'on peut fonder sur elle une sélection. D'après les discussions faites dans une conférence précédente, la fluctuation résulte des facteurs externes qui déterminent la force de développement des plantes ou des organes. Les irrégularités dans le degré de la sensibilité, combinées

aux conditions climatiques toujours changeantes, empêchent toute proportion précise; mais, cette difficulté mise à part, on trouve en général une relation particulière entre la vigueur organique et le développement des qualités individuelles. Cette relation a été reconnue dans le cas de la Canne à sucre et l'on sait que les plantes les mieux cultivées sont souvent les plus riches en sucre. Or, il est évident que les tiges les mieux cultivées et les plus riches sont aussi celles qui ont le maximum de chances de transmettre ces qualités à leurs bourgeons axillaires; cette remarque donne tout de suite une règle pour la sélection végétative; il n'est pas nécessaire de choisir un petit nombre de tiges excellentes, mais il suffit d'éviter d'employer, pour le plant, celles qui donnent des proportions de sucre inférieures à la moyenne. Cette méthode a souvent permis d'augmenter notablement le rendement des cultures.

Autant que l'expérience le prouve, ce mode de sélection, quoique avantageux, ne permet pas d'améliorer les races. Les bons résultats ne sont que temporaires et il faut faire la même sélection chaque année. De plus, l'amélioration est toujours limitée et on ne peut espérer aucune augmentation de rendement. Pour l'obtenir, il est nécessaire de se servir de la fluctuation individuelle et par suite de semer des graines.

Il y a près d'un demi-siècle, Parris découvrit dans l'île des Barbades que les Cannes à sucre portent parfois des graines qui toutefois ne donnent que des plantes herbacées de valeur nulle. On fit la même observation peu de temps après, à Java et dans d'autres régions productrices de sucre de canne. En 1885, Soltwedel, directeur d'une des stations expérimentales pour la culture de la Canne à sucre à Java, eut l'idée d'employer les semis pour obtenir des races meilleures; cette idée était vraiment pratique, précisément à cause de la possibilité de faire la multiplication végétative. Si les individus montraient les mêmes écarts que ceux de la fluctuation partielle, le choix des extrêmes élèverait de suite la moyenne au degré de richesse des meilleurs pieds, et une fois atteinte, cette moyenne serait fixée sans nouveaux efforts.

Malheureusement, il y a un grave inconvénient. C'est la stérilité de la meilleure variété, la Canne « Cheribon ». Elle fleurit en abondance dans certaines années, mais on n'a jamais pu en observer de graines mûres. Aussi Soltwedel dut partir d'une variété de seconde qualité et il fit choix de la Canne « Hawaï »; cette sorte donne habituellement 14 % de sucre et Soltwedel trouva parmi ses plantules un individu donnant 15 %. Ce résultat était inattendu à cette époque et attira l'attention universelle sur la méthode nouvelle. Depuis lors, on l'a appliquée à de nombreuses variétés, on a cultivé des milliers de plantules dont la teneur en sucre fut l'objet d'analyses.

Au point de vue scientifique ces résultats sont très remarquables; mais, au point de vue pratique, il y a lieu de savoir si les variétés fertiles Hawaï et autres sont capables de donner des plants qui soient supérieurs à la Canne « Cheribon » stérile. Or, la moyenne de Hawaï est de 14 %, celle de Cheribon, 19 % et il est facile de comprendre que la découverte d'un individu « Hawaï » ayant plus de 19 % de sucre dépend seulement de l'extension très considérable qu'on peut donner aux semis. Il faut cultiver et analyser le jus sucré de centaines de milliers de plantules avant de pouvoir obtenir cette amélioration. Et même, il se peut que cette acquisition n'ait aucune valeur pratique. A côté de la quantité de sucre, il faut tenir compte de la résistance à la maladie du « Sereh » et les nouvelles races doivent être aussi améliorées à ce point de vue. Il est nécessaire de tenir compte d'autres qualités encore; toute diminution de valeur d'autres caractères peut rendre le progrès illusoire. Aussi faut-il beaucoup de temps pour atteindre des améliorations véritables.

On rencontre naturellement presque partout ces grandes difficultés de la sélection des individus extrêmes par la multiplication végétative. Elles entravent le travail du sélectionneur à tel point que bien peu d'hommes sont capables de les surmonter. La préparation de nouvelles variétés nécessite un effort constant, ainsi qu'une connaissance profonde des multiples aspects de ce problème très compliqué, aspects qui se groupent en deux catégories : les exigences de la pratique et les lois expérimentales de la variation. Nous ne pouvons,

dans cette étude, nous occuper que de celles-ci. Elles renferment deux points importants. En premier lieu, il faut tenir compte de la loi générale de la variation fluctuante : bien qu'il se présente des milliers de déviations légères à la moyenne et que presque tous les individus en offrent un exemple, les déviations plus considérables, et par suite plus importantes, sont très rares. Il faut examiner avec soin des milliers de plantules, pour en trouver une ou deux qui puissent servir de point de départ à une race nouvelle. Cette règle a la même importance dans le travail du praticien et dans celui du savant. Pour le second point, on trouve une légère différence entre les deux cas. Le praticien doit tenir compte de toutes les qualités en variation de ses lignées améliorées. Il doit en augmenter qui sont profitables et diminuer les autres ; or souvent leur dépendance en bloc des conditions externes rend très difficile la découverte des combinaisons cherchées. Toutefois, il est évident que le fait de négliger une qualité peut rendre complètement inutile toute amélioration des autres caractères. Il n'y a pas d'augmentation dans la teneur en sucre, dans la taille ou la saveur des fruits, qui puisse contrebalancer une diminution dans la résistance aux maladies et il en est de même pour les autres qualités.

Les races améliorées dans un but scientifique peuvent être conservées à l'abri de l'infection et protégées contre beaucoup d'accidents d'une autre nature. On peut leur donner dans le jardin expérimental les conditions qu'il est impossible de réaliser ailleurs. Les plantes d'une vigueur remarquable et à qualités excellentes pour les recherches scientifiques peuvent présenter des particularités qui, négligées à l'époque de la sélection, les condamneront de suite dans les conditions de culture ordinaire ou dans la lutte avec d'autres races.

A cause de tous ces obstacles, il est naturel que les sélectionneurs emploient tous les moyens possibles pour atteindre leur but. Il est très rare de les voir adopter des méthodes analogues aux procédés scientifiques dans lesquels on s'efforce de simplifier les questions au plus haut degré. En général, dans la pratique, on combine le plus grand nombre possible de causes de variation. Or, les trois grandes sources de varia-

tion sont, comme on l'a dit souvent, le polymorphisme initial de l'espèce, la fluctuation et l'hybridation; aussi, dans la pratique, on les combine toutes les trois. Par leur action simultanée, elles donnent des résultats de la plus haute valeur et les fruits et les fleurs améliorées de Burbank sont la preuve de la grande valeur pratique de cette combinaison.

Cependant, au point de vue scientifique, il est d'ordinaire difficile, sinon impossible, de se rendre compte de la part qu'il faut attribuer à chacune des trois grandes catégories de variation dans l'obtention du produit définitif. Il est rarement permis d'en faire une analyse complète et il faut nécessairement négliger l'étude de l'un des trois facteurs.

Malgré cela, je vais maintenant donner quelques exemples qui montreront que la variation fluctuante est un facteur important de l'amélioration des plantes, quoiqu'il soit évidemment le troisième en importance. En premier lieu vient le choix du matériel initial dans l'ensemble des espèces, des petites espèces et des variétés; l'hybridation a une importance comparable, quoique un peu moindre. Mais les hybrides, même des meilleurs parents, peuvent être améliorés, puisqu'ils ne sont pas moins soumis à la loi de Quételet que toute autre lignée. On peut s'en rendre compte par l'examen de tout lot considérable d'hybrides ayant la même ascendance; il arrive souvent que les belles qualités d'une variété hybride dépendent surtout, ou au moins en partie, de la sélection des meilleurs individus. En les propageant seulement par voie végétative, ils conservent leurs bonnes qualités initiales dans toutes les cultures et les multiplications ultérieures.

Comme exemple démonstratif, j'étudierai le genre *Canna*, cultivé tout d'abord pour son feuillage très développé et joli, mais qui, depuis quelque temps, est apprécié aussi pour ses fleurs. Nos formes horticoles dérivent du croisement de quelques espèces sauvages introduites en Europe dont le *Canna indica*, qui est la plus ancienne, a donné son nom à tout le groupe. Elle a une tige élevée et des grappes allongées de fleurs à pétales étroits et presque invisibles. On l'a croisée avec les *C. nepalensis* et *C. Warczewiczii*; les documents historiques dont on dispose permettent de fixer à l'année 1846 la date du premier croisement; il fut fait entre les *C. indica* et

*nepalensis* par Année qui en multiplia les produits pendant dix années avant d'atteindre un degré de perfection suffisant pour les mettre en vente. Ces premiers hybrides avaient un feuillage d'un vert brillant; les plantes étaient de haute taille, mais leurs fleurs n'avaient rien de remarquable.

Une fois commencée, l'hybridation fut appliquée sur une grande échelle. Vers 1889, Crozy exposa à Paris la première forme à belles fleurs, qu'il désigna sous le nom de sa femme, « Madame Crozy ». Depuis, avec beaucoup d'autres horticulteurs, il perfectionna les formes et la taille des fleurs, ainsi que les couleurs et les taches colorées des pétales.

Le plus souvent, ces améliorations provenaient de la découverte et de l'introduction de nouvelles espèces sauvages possédant les caractères désirés, comme le montre le fait suivant. En 1892, je rendis visite à M. Crozy, à Lyon. Il me fit voir dans ses pépinières ses nombreuses créations, les anciennes aussi bien que les récentes, qui se trouvaient dans la période de multiplication rapide qui précède leur introduction dans le commerce. Je m'étonnai de ce qu'il n'avait aucune variété d'un blanc pur et lui en demandai la cause. Il répondit qu'« aucune espèce blanche n'avait été trouvée jusqu'ici et qu'il n'y avait pas d'autre moyen de produire des variétés blanches que de croiser les formes existantes avec un type nouveau à fleurs blanches ».

La comparaison des variétés produites dans des périodes successives permet d'apprécier aisément leur amélioration régulière. Il n'est pas facile de l'exprimer pour la plupart des caractères, mais on peut mesurer la taille des pétales et les chiffres donnent au moins une légère idée de l'état réel des faits. Si on laisse à part les types à petites fleurs cultivés exclusivement pour leur feuillage, on constate que les fleurs des formes de *Canna* les plus anciennes ont des pétales de 45 millimètres de long et de 13 millimètres de large. Les types ordinaires avaient atteint, à l'époque de ma visite, 61 sur 21 millimètres et la variété « Madame Crozy », 66 sur 30 millimètres. Elle était déjà dépassée par un petit nombre de variétés qui, ayant la même longueur, offraient une largeur de 35 millimètres. Quant à la production la plus récente, qui exigeait encore quelques années de multiplication avant

d'être introduite sur le marché, elle montrait des pétales de 83 millimètres sur 43 millimètres. Ainsi, dans l'intervalle de 30 années, on avait doublé la longueur, triplé la largeur des pièces florales, et obtenu des fleurs à grandes corolles, à pétales imbriqués ayant l'aspect des plus jolies variétés de Lys et d'Amaryllis.

Si frappant que soit ce résultat, on ne peut être fixé sur la part qui revient dans ce progrès à la découverte et à l'introduction de nouvelles espèces à grandes fleurs et sur celle qui doit être attribuée à la sélection des extrêmes de la variation fluctuante. Autant que j'ai pu m'en assurer cependant, et d'après les documents qui m'ont été donnés par M. Crozy, c'est la sélection qui a eu le plus grand rôle dans l'accroissement de la taille, tandis que les variations de coloris des taches sont des qualités introduites.

L'analyse rigoureuse d'autres exemples compliqués est encore plus difficile. Elle paraît très simple au praticien, mais le savant qui étudie l'hérédité et s'efforce de discerner la part des différents facteurs est souvent très embarrassé par cette simplicité apparente. Il en est ainsi pour les Lilas doubles, dont un grand nombre de variétés ont été récemment créées, puis répandues dans le commerce par Lemoine, de Nancy; ils doivent leur origine à des croisements répétés d'un seul plant de la vieille variété à fleurs doubles avec les nombreuses sortes à fleurs simples.

La variété double initiale paraît être aussi ancienne que la culture des Lilas. Elle était déjà connue de Munting qui l'a décrite en 1671. Deux siècles plus tard, en 1870, Morren en donna une nouvelle description et bien que dans ses notes il signale plusieurs noms de variétés, il semble, d'après les descriptions données, que même à cette époque il n'en existait qu'une seule variété. On l'appela communément le *Syringa vulgaris azurea plena*; elle paraît avoir été très rare, sans aucune valeur ornementale.

Cependant Lemoine conçut l'utilité d'une combinaison de la duplication des fleurs avec les couleurs vives et les grosses grappes florales des autres Lilas, et il fit une série de croisements. L'*azurea plena* n'a pas d'étamines et par suite fut toujours employé comme mère; ses ovaires sont étroitement

enfermés dans le tube de la fleur et leur fécondation est difficile. D'autre part, on peut faire chaque année de nouveaux croisements et augmenter rapidement le nombre total des hybrides en employant différentes plantes comme mâles. A l'âge de cinq ans, les hybrides commencèrent à fleurir et on put les utiliser pour de nouveaux croisements, d'où l'obtention d'une série d'hybrides composés qui toutefois ne furent point séparés des produits du premier croisement.

Le nombre des échantillons portant des fleurs alla en augmentant et on put bientôt reconnaître la grande variabilité du caractère de la duplication. Il n'y avait parfois qu'un seul pétale surnuméraire et parfois toute une corolle nouvelle se développait à l'intérieur de la corolle externe. De même, on pouvait observer la variation de la couleur et du nombre des fleurs de chaque grappe. On obtint donc des milliers d'hybrides et seuls ceux qui présentaient quelque intérêt réel furent sélectionnés pour la vente. On les multiplia par la greffe et chacune des variétés actuelles se compose seulement des boutons d'un seul individu initial et de leurs produits. Le semis ne peut assurer aucune constance et même beaucoup de variétés sont complètement stériles.

On a négligé naturellement de décrire les formes rejetées. On sait seulement que beaucoup d'entre elles ne portaient que des fleurs simples ou à duplication peu accusée; ou bien elles présentaient quelque autre défaut. On n'a pas précisé l'étendue de la variabilité qui a permis de faire un choix; seule la sélection a dominé le travail. Il est impossible de donner quelque appréciation certaine sur la part de variabilité qu'il faut attribuer à la combinaison des caractères des parents et sur celle qui résulte de la fluctuation individuelle des hybrides.

Il en est de même dans beaucoup de cas. Les Dahlias dérivent tous de trois espèces initiales ou plus; leur culture accompagnée d'hybridation, en a, dans le cours d'un siècle, augmenté considérablement le nombre. Les meilleures variétés ne sont multipliées que par voie végétative, par racines ou bourgeons, par greffe ou bouture. Au point de vue de l'hérédité, chacune d'elles n'est qu'un individu et la sélection a porté à la fois sur les caractères individuels et sur les

caractères de variété ou d'hybride. La plupart d'entre elles sont très instables par semis et, en général, dans les offres de graines du commerce on ne trouve que des mélanges. On ignore par conséquent quelles sont, parmi leurs qualités ornementales, celles qui résultent d'une déviation fluctuante du type moyen.

Les mêmes incertitudes règnent au point de vue scientifique sur la nature des nombreuses formes d'*Amaryllis* et de Glaïeuls (*Gladiolus*). On a combiné huit ou dix espèces, ou même davantage, en une famille très vaste et polymorphe; chacune d'elles a ajouté ses qualités particulières au mélange. Toute variété hybride n'est qu'un individu multiplié uniquement par bulbes. Le coloris et les taches, la forme des pétales et d'autres caractères encore proviennent des ancêtres sauvages, mais la grande taille de bon nombre des plus jolies variétés est probablement le résultat de la sélection des extrêmes de la variation fluctuante. Il en est de même pour les Bégonias de nos jardins qui sont aussi des hybrides complexes, semés toutefois sur une très grande échelle. Les fleurs de 15 centimètres de diamètre sont très fréquentes; on ne peut avoir de doute sur la nature de la variation qui les a produites, puisque les espèces sauvages sont loin d'avoir des fleurs de cette taille.

Parmi les légumes, les Pommes de terre fournissent des exemples analogues. A l'origine, on n'introduisit dans la culture qu'un nombre défini de bonnes espèces, la plupart à petits tubercules. Nos variétés actuelles sont le produit de l'hybridation et de la sélection et toutes ont été multipliées par voie végétative. La sélection a porté sur différentes qualités selon l'usage auquel on destinait la nouvelle sorte. Les variétés industrielles ont été choisies d'après leur teneur en amidon et, au moins dans ce cas, la variation fluctuante a joué un rôle très important dans l'amélioration de la race.

La multiplication végétative a le grand avantage de ne pas permettre le retour des variétés à la médiocrité qui réapparaît toujours dans la multiplication par graines. Elle permet de conserver la stabilité des extrêmes et ce n'est pas son seul avantage, car elle donne l'uniformité de toute

la sorte, ce qui est un point très intéressant pour la culture. Cette qualité est surtout importante dans le cas des fruits et, quoique d'ordinaire elle soit regardée comme toute naturelle, sa valeur réelle apparaît lorsque, par exception, elle n'existe pas. C'est le cas du Noyer. Des milliers d'acres de plantations de Noyers proviennent de noix d'origine inconnue; il en résulte de grandes différences dans le type des arbres, la taille et la forme des noix, et, par suite, des inconvénients évidents pour leur exploitation. La cause provient des grosses difficultés que présente la greffe ou le bouturage de ces arbres, et par conséquent des frais considérables qu'entraîne cette méthode à la fois très incertaine et peu satisfaisante.

Après cet exposé rapide des faits les mieux connus concernant la pratique de la multiplication asexuée des individus extrêmes, nous pouvons maintenant revenir à nos considérations théoriques précédentes. Elles concernent l'estimation des chances que l'on a de rencontrer des déviations assez grandes pour que la méthode ait une valeur commerciale. La loi de Quételet permet de calculer ces chances lorsque l'on a déterminé empiriquement la fluctuation de la qualité étudiée. Dans la discussion de la méthode de comparaison de deux courbes, nous avons montré que tout dépend des quartiles et qu'il était nécessaire de tracer les courbes de telle sorte que ces points soient superposés l'un à l'autre de chaque côté du médian. Si maintenant nous développons le calcul du binôme de Newton, pour différentes valeurs de l'exposant, la somme des coefficients est doublée chaque fois que l'exposant augmente d'une unité et, en même temps, les limites extrêmes de la courbe s'écartent davantage. Donc il est possible de calculer une relation entre les valeurs des extrêmes et le nombre d'exemples à observer. Il serait trop long de faire ce calcul dans le détail, mais on voit aisément que pour chaque progrès il faut doubler le nombre des individus, quoique le progrès, c'est-à-dire la quantité dont la qualité augmente, reste le même. Il en résulte qu'il faut disposer d'un grand nombre de milliers de plantules pour dépasser les étapes ordinaires de la variation et que toute amélioration nouvelle nécessite des cultures doubles. Si dix

mille plantules ne donnent pas une déviation utile, il en faudra vingt mille pour faire un premier progrès, quarante mille pour un progrès nouveau et ainsi de suite. Tout ce travail serait, au point de vue théorique, nécessaire pour l'amélioration d'une seule qualité, alors que la pratique exige l'examen et l'amélioration de presque tous les caractères variables de la sorte.

D'où la conclusion que les grands résultats ne peuvent être obtenus que par l'usage des grands nombres. Mais cette conclusion n'a aucune importance au point de vue scientifique; l'homme de science ne peut que rarement sacrifier cinquante mille plantes pour une seule sélection; il faut introduire ce problème dans la pratique et prouver ainsi directement l'utilité et la certitude du principe qui le régit. Luther Burbank en a fait l'épreuve.

Sa méthode est en complète harmonie avec les enseignements de la science; elle consiste en l'hybridation et la sélection au sens le plus large et faites sur la plus grande échelle. Un bon exemple, très démonstratif, suffira pour nous donner une idée du travail nécessaire pour produire une race nouvelle supérieure. Il fit des hybrides de Ronces et de Framboisiers et en cultiva quarante mille jusqu'à la maturité du fruit; puis, dans tout le lot, il fit choix d'une seule variété, regardée comme la meilleure. Elle est maintenant connue sous le nom de « Paradox ». Toutes les plantes furent déracinées avec leur récolte de fruits mûrs; elles furent amoncelées en un tas large de douze pieds, haut de quatorze et long de trente-deux, auquel on mit le feu. De cette expérience très coûteuse et de longue haleine, il n'est resté qu'une plante, origine de la nouvelle variété. C'est par des sélections analogues et avec un travail aussi considérable que furent produites les fameuses prunes, les Ronces et les framboises, la Pâquerette « Shasta », l'amande-pêche, les Lys hybrides et beaucoup d'autres fruits et fleurs de grande valeur qui ont fait la renommée de Burbank et la gloire de la Californie au point de vue horticole.

---

## VINGT-SEPTIÈME CONFÉRENCE

### INCONSTANCE DES RACES AMÉLIORÉES

Il est évident que les plus grands avantages fournis par la multiplication asexuée des extrêmes sont limités aux plantes vivaces et ligneuses. En général, on ne peut pas multiplier de cette façon les espèces annuelles ou bisannuelles et même, pour certaines plantes vivaces, les horticulteurs préfèrent la vente des graines à celle des racines et des bulbes. Dans tous ces cas, il est clair que l'on élimine la variation individuelle et qu'on sacrifie les avantages dont on a montré l'importance dans la conférence précédente.

La multiplication par graines est soumise à la variation individuelle aussi bien qu'à la variation fluctuante. Il est peut-être préférable de désigner la première par un autre mot, variation embryonnaire, puisqu'elle renferme les fluctuations se produisant pendant la période de développement du germe. Cette période commence avec la fusion des éléments mâle et femelle; elle dépend beaucoup de la vigueur de ces cellules à l'époque de leur réunion et des qualités variables qu'elles peuvent avoir acquises; elle comprend, en général, la durée de maturation de la graine et il est sans doute préférable de la limiter au début du dernier stade parcouru par la graine mûre. On comprend donc que la variation des races annuelles propagées par semis est plus considérable que celle des plantes vivaces, des arbustes et des arbres. A l'heure actuelle il est difficile de distinguer avec exactitude la part des deux facteurs principaux dans l'étendue de la variation, mais beaucoup de faits semblent indiquer que la variation embryonnaire est plus considérable et a une importance de beaucoup plus grande peut-être que la fluctuation partielle ultérieure. Cette supposition est

renforcée par le haut degré de similitude que montrent les individus uniques qui composent une variété végétative, alors que la plus grande variabilité s'observe dans les races propagées par semis.

La propagation et la multiplication des extrêmes de la variation fluctuante, au moyen de graines, exigent un examen précis des relations qui unissent les embryons aux plantes mères. La meilleure méthode pour acquérir une idée claire de cette relation est d'utiliser les notions relatives à la dépendance de la fluctuation avec la nourriture. En supposant qu'elles soient exactes en général, mais en laissant de côté tous les points de détail, on peut conclure que l'individu extrême choisi est l'un des mieux nourris, c'est-à-dire l'un des plus vigoureux de toute la culture; à cause de cette qualité précisément, il est capable de mieux former tous ses organes et en particulier ses graines. En d'autres termes, les graines des individus extrêmes ont des chances exceptionnelles d'être mieux nourries que la moyenne des graines de la race et, en leur appliquant aussi la même règle, il est facile de comprendre qu'ils doivent varier dans la même direction que leurs parents à cause de cette meilleure nourriture.

Cette discussion donne une explication très simple du fait bien connu que les graines des individus extrêmes sont, en général, les meilleures pour la propagation de la race. Elles ne renferment cependant pas toutes les causes de cette amélioration; il en est qui sont de date plus ancienne et qui résultent d'influences antérieures.

Il faut examiner en second lieu l'influence du choix d'un seul individu comme porte-graine et aussi du choix d'un nombre plus ou moins considérable de ses graines, ainsi que des jeunes plantules qui en résultent. C'est pourquoi nous sommes conduits à comparer la moyenne et les extrêmes des individus choisis avec les qualités des parents; ces deux points ont un intérêt à la fois pratique et théorique. La moyenne de la descendance doit être regardée comme le résultat capital de la sélection faite dans les générations antérieures, tandis que les extrêmes, au moins en ce qui concerne ceux qui varient dans la même direction, consti-

tuent évidemment les éléments d'une amélioration ultérieure de la race.

Ainsi, notre discussion doit être divisée en deux parties : elle doit porter, d'une part, sur les relations de la moyenne des descendants avec le parent choisi qui a les qualités exceptionnelles; d'autre part, sur les relations de la descendance exceptionnelle avec les parents exceptionnels.

Examinons d'abord le premier point. Faut-il s'attendre à ce que la moyenne soit équivalente à la qualité unique du parent, ou identique à la moyenne de toute la race non sélectionnée? L'expérience montre avec précision que ni l'un, ni l'autre cas ne se présente. Vilmorin, dans ses premières sélections en vue de l'augmentation de la quantité de sucre dans les Betteraves, fut frappé par ce fait que la moyenne de la descendance se trouve comprise entre celle de la famille initiale et la qualité du parent choisi. Il exprima cette observation en montrant que les descendants sont groupés autour d'un point placé sur la ligne qui unit leurs parents immédiats aux types dont ces parents sont issus et qu'ils divergent à partir de ce point dans toutes les directions. Tous les horticulteurs sont du même avis et ce résultat a été souvent confirmé par des expériences scientifiques. Nous pouvons, dès maintenant, en donner quelques exemples démonstratifs, mais, pour les rendre plus clairs, il est nécessaire d'examiner de plus près les résultats obtenus par Vilmorin.

De ces expériences, il résulte que la moyenne de la progéniture est plus élevée que celle de la race en général, mais moindre que celle des parents choisis; en d'autres termes, il y a à la fois une progression et une régression; une progression par rapport à la race tout entière et une régression si on compare la moyenne aux parents. La signification de cette loi se précisera immédiatement si l'on se souvient que l'on peut obtenir la constance de la variété en sélectionnant les extrêmes lorsque l'on a recours à la multiplication végétative. L'horticulteur recherche la progression, il évite la régression. La régression est la persistance d'une partie des individus médiocres que la sélection est chargée d'éliminer. Il est évident que les avantages les plus considérables résultent à la fois de la progression la plus forte et de la régres-

sion la plus faible qu'il soit possible d'atteindre. Pour réussir, il faut tout d'abord connaître la valeur exacte de la progression et de la régression, telles qu'elles apparaissent dans les cas étudiés et, en second lieu, il faut chercher les facteurs qui peuvent modifier leurs proportions.

A l'heure actuelle, les notions que l'on possède sur le premier point sont encore très limitées et celles qui concernent le second sont extrêmement vagues. Les recherches statistiques ont donné quelques idées précises sur l'importance de la régression, idées qui servent de point de départ à des recherches expérimentales sur les causes du phénomène.

Pour l'étude de la variation fluctuante, de la progression et de la régression, les épis de Maïs fournissent un matériel de recherche très avantageux. Les grains sont disposés en rangées longitudinales et les nombres de rangées varient toujours par paires. Cette dernière particularité résulte de ce que chacune des paires de rangées voisines est formée par les ramifications latérales d'une seule rangée d'épillets, ramifications qui sont portées par des axes constituant le rachis charnu de l'épi. La variation du nombre des rangées suit la loi de Quételet, comme on peut s'en rendre compte facilement, et souvent il suffit de prendre 30 ou 40 épis pour obtenir une courbe exacte. Fritz Müller fit au Brésil quelques expériences sur l'hérédité du nombre des rangées; dans une race dont la moyenne était de douze rangées, il choisit des épis ayant 14, 16 et 18 rangs, etc., et sema leurs grains séparément. Dans chacune des cultures, il fit le dénombrement des rangées de grains des épis mûrs de toutes les plantes et en déduisit la moyenne. Cette moyenne ne répond pas nécessairement à un nombre entier et il ne faut pas négliger les fractions. Conformément à la règle de Vilmorin, il a toujours trouvé une certaine progression sur la moyenne et aussi une régression. La progression et la régression étaient d'autant plus fortes que les épis parents différaient davantage de la moyenne générale, mais la proportion entre la progression et la régression restait la même et semblait indépendante du degré de déviation initiale.

En admettant que la déviation initiale soit 5, la progression calculée pour ce chiffre est 2 et la régression, 3. En d'au-

tres termes, la moyenne des descendants a progressé sur la moyenne de la variété initiale d'un peu plus d'un tiers et regressé sur la déviation des parents d'un peu moins d'un demi. J'ai repris l'expérience de Fritz Müller et j'ai obtenu à peu près la même régression, soit  $3/5$ , bien que j'étudiai une autre variété dans des conditions climatériques très différentes.

Le tableau ci-dessous donne les chiffres de Fritz Müller relatifs à une seule expérience. Dans la dernière colonne je place les améliorations calculées pour une proportion de  $2/5$  en plus de la moyenne initiale qui est 12.

Rangées des épis parents	Moyenne des rangées de la descendance	$12 + 2/5$ de la différence
14	12,6	12,8
16	14,1	13,6
18	15,2	14,4
20	15,8	15,2
22	16,1	16,0

Galton, dans son ouvrage sur l'hérédité naturelle, décrit une expérience faite avec les graines du Pois de senteur *Lathyrus odoratus*. Il a déterminé la taille moyenne dans un lot de graines prises dans le commerce et sélectionné des groupes de semences de tailles différentes, mais semblables pour le même lot; il les a semées, puis il a déterminé la moyenne de la taille des semences dans la récolte qu'il en obtint l'année suivante. Les chiffres obtenus suivent la règle de Vilmorin et on les a calculés avec la méthode qui vient d'être donnée pour l'étude des épis de Maïs. Il a trouvé que la progression et la régression étaient proportionnelles à la grandeur de la déviation; la progression sur la moyenne était d'un tiers et, par conséquent, la régression était des  $2/3$  de la déviation totale. Ainsi l'amélioration semble être presque, quoique non exactement, la même que dans le cas précédent.

D'après les preuves fournies par d'autres expériences analogues et par diverses recherches de statistique, la valeur de la progression paraît être sensiblement la même dans la plupart des cas, quelles que soient l'espèce étudiée et la qualité

examinée. On peut la fixer environ à  $1/3$  ou à  $1/2$  de la déviation des parents et, sous cette forme, la règle est d'une application facile et fréquente.

En outre, ces chiffres indiquent la grande supériorité des variétés végétatives sur les familles améliorées et multipliées par graines. On peut l'exprimer par une proportion : les familles provenant d'une multiplication asexuée sont, en général, deux ou trois fois supérieures à la descendance habituelle. Cette différence a une grande importance pratique et on ne devrait jamais la perdre de vue dans les études théoriques sur la capacité productive de la sélection. Cependant la multiplication par semis a un grand avantage sur la précédente; on peut la répéter. Ici la sélection n'est pas limitée à un seul choix, elle peut être appliquée pendant deux ou plusieurs générations successives. Il est évident que la répétition du choix donne des chances plus nombreuses d'augmenter la progression de la moyenne et d'améliorer la race plus qu'il ne serait possible de l'espérer, après un choix unique.

Ce principe de la sélection répétée est, à l'heure actuelle, le caractère dominant de l'amélioration des races. Jointe à la mise à l'épreuve des variétés et à l'hybridation, elle est la grande source de la progression continue des plantes agricoles. Au point de vue pratique, la méthode est aussi claire et aussi perfectionnée qu'on peut le demander, mais ce n'est point le côté du problème qui nous intéresse ici. L'analyse théorique et l'explication des résultats obtenus laissent toutefois beaucoup de prise au doute et aussi à de grandes divergences dans les conceptions. Il en est de même en ce qui concerne l'application de méthodes artificielles à l'étude des processus naturels. Certains prétendent qu'ici la sélection répétée n'a qu'une importance secondaire, tandis que d'autres déclarent que toute l'évolution est le résultat de cette sélection. Cette question très importante est réservée pour la prochaine conférence et nous n'examinerons aujourd'hui que les faits connus à l'heure actuelle.

Comme premier exemple, nous pouvons étudier les fleurons ligulés des Composées. Nous avons déjà examiné dans une autre occasion les fluctuations de leurs nombres, trouvé qu'ils étaient très variables et suivaient en général la loi de

Quételet. Une espèce horticole, le *Madia elegans*, a une moyenne de 21 ligules par capitule ; ce nombre oscille entre 16 et 25 ou plus. J'ai récolté les graines d'une plante n'ayant que 17 ligules au capitule terminal et j'ai obtenu en les semant une culture dont la moyenne était de 19 ligules, chiffre qui tient le milieu entre 21 et 17. A la seconde génération, j'ai observé que les extrêmes étaient 22 et 12 et j'ai sélectionné une plante ayant 13 ligules pour continuer l'expérience. Les plantes que j'obtins de ses graines avaient comme moyenne 18 et comme extrêmes 22 et 13. Ainsi, la progression totale de la moyenne en deux générations fut de 21 à 18 et la régression totale de 13 à 18; la proportion paraît donc plutôt diminuer qu'augmenter par la répétition du choix.

Cependant cette expérience est trop imparfaite pour servir de base à des conclusions générales; elle prouve seulement ce fait important que la moyenne améliorée de la seconde génération n'est pas le point de départ qu'il faut choisir pour une nouvelle amélioration ; mais la seconde génération permet le choix d'un extrême qui diffère notablement plus de la moyenne qu'aucun individu de la première culture ; par suite, elle fournit une plus forte progression absolue, même si la proportion entre la progression et la régression ne change pas. La répétition du choix n'est qu'une méthode commode pour obtenir des extrêmes plus écartés de la moyenne, mais il est douteux qu'elle ait un autre rôle. Pour s'en assurer, il faut répéter la sélection pendant une série de générations et alors les déviations individuelles peuvent être portées à leur maximum. Je choisis, pour le montrer, une expérience de Fritz Müller relative au nombre des rangées de graines de l'épi de Maïs, exactement analogue à celle qui a été exposée plus haut et que j'ai répétée dans mon jardin d'expériences à Amsterdam.

Je suis parti d'une variété connue pour donner des fruits mûrs assez régulièrement dans notre climat, ayant une moyenne de 12-14 rangs et variant, dans les cas exceptionnels, entre 8 et 20 rangs. Je choisis un épi ayant 16 rangs et j'en semai les graines en 1897. J'en ai obtenu un certain nombre de plantes sur chacune desquelles j'ai pris un épi pour compter les rangées ; la moyenne était de 15 rangs avec

variations suivant la loi de Quételet. Il y avait un épi à 22 rangs, mais non fécondé; quelques autres avaient 20 rangs et le plus beau d'entre eux fut conservé pour continuer l'expérience. J'ai répété les semis pendant six générations successives, de la même façon, en choisissant chaque fois le plus bel épi parmi ceux qui avaient le nombre le plus élevé de rangées. Malheureusement, avec l'augmentation du nombre des grains la taille diminue, parce que la quantité totale de nourriture disponible pour leur ensemble reste à peu près la même. Aussi les grains, et par conséquent les nouvelles plantes, sont restés plus petits et plus faibles et les chances de fécondation ont diminué pour les épis ayant les nombres les plus élevés de rangées. Par suite, le choix fut limité et, après avoir choisi deux fois un épi à 20 rangées, puis une fois un épi à 24 rangées, j'ai préféré finalement ceux qui présentaient le nombre intermédiaire 22.

Ce choix répété a amené la moyenne de ma race de 13 à 20 rangées; ce chiffre est précisément la limite extrême de la variété initiale. Il a fallu sept ans pour obtenir ce résultat, soit, en moyenne, un progrès d'une rangée par année; cette augmentation fut accompagnée d'un mouvement simultané de progression de tout le groupe; l'extrême du côté des chiffres inférieurs passa de 8 à 12 rangs et je n'ai plus trouvé, plus tard dans ma race, d'épis ayant 8 ou 10 rangs, même après la troisième génération. L'extrême supérieur a atteint le chiffre 28 qui n'avait jamais été observé dans la variété initiale cultivée chez nous et on put constater, pendant les quatre dernières générations, une augmentation du nombre des épis ayant 24 ou 26 rangs.

Cette amélioration lente et graduée était due en partie au mode de pollinisation du Maïs. Le pollen tombe des épillets mâles sur les épis femelles de la même plante, mais il est aussi facilement transporté par le vent sur les épis des plantes voisines. Pour arriver dans nos climats à obtenir la quantité de graines nécessaires, il faut, autant que possible, empêcher la fécondation croisée en aidant l'auto-pollinisation, sans toutefois prendre de précautions contre des croisements possibles. On admet que le choix des meilleurs épis équivaut à celui des plantes qui ont à la fois les

meilleurs parents mâles et femelles et que, ici comme dans d'autres cas, la sélection élimine les inconvénients de la libre fécondation ; mais on est aussi d'accord pour admettre que cette correction n'a lieu que lentement, ce qui explique en grande partie la lenteur du progrès. Il semble probable que dans de meilleures conditions climatiques, avec un isolement plus complet des individus, on pourrait atteindre le même résultat en moins de temps.

Quoi qu'il en soit, il en résulte qu'on peut améliorer une famille par des sélections répétées à un degré plus considérable que par un seul choix ; ce fait s'accorde complètement avec l'expérience générale des éleveurs et l'exemple que j'en ai donné n'est qu'un cas particulier d'une règle universelle. Mais comme il a l'avantage de pouvoir être exposé avec des chiffres, il permet de donner une description détaillée et précise de toutes les générations successives. On a fait le dénombrement de toute la récolte des descendants et on a remplacé les chiffres par des courbes qui ont donné immédiatement la signification complète des expériences pédi- grées. En général, les courbes ont la même forme, mais elles se déplacent graduellement dans le sens choisi pour l'amélioration.

Dans cette expérience, nous allons maintenant examiner trois points. Tout d'abord, c'est l'extension des cultures nécessaires pour obtenir un certain degré d'amélioration ; en d'autres termes, serait-il possible d'atteindre une moyenne de vingt rangées dans une seule expérience ? Il suffit de faire le calcul dont les éléments sont donnés par l'expérience exposée plus haut, en particulier par cette règle que, dans le cas du Maïs, la progression est égale aux  $\frac{2}{5}$  de la déviation des parents. Or, un épi à 20 rangées présente une déviation de 7 unités par rapport à la moyenne 13 qui est la valeur initiale de ma race. Pour atteindre en une fois une moyenne de 13, il faut chercher un épi ayant  $7 \times \frac{5}{2}$ , soit  $17\frac{1}{2}$  rangs en plus de la moyenne initiale, c'est-à-dire un épi ayant 30-32 rangs.

Or, ceci n'arrive jamais ; mais la règle donnée dans une conférence précédente permet de calculer la probabilité de cet événement, c'est-à-dire le nombre d'épis nécessaire

pour avoir une chance de trouver parmi eux un épi à 30-32 rangées. Il serait trop long de faire ici ce calcul, mais j'ai trouvé qu'il faut approximativement 12.000 épis pour avoir une chance d'en trouver un à 28 rangs et c'est le nombre le plus élevé auquel je suis arrivé dans mon expérience, alors que 100.000 épis ne donnent qu'une seule chance d'en trouver un à 32 rangs<sup>1</sup>. Si j'avais été capable de me procurer et d'examiner ce nombre d'épis, je n'aurais peut-être pas eu besoin de plus d'une année pour obtenir une moyenne de 20 rangées; mais comme je n'ai pu le faire, j'ai dû sélectionner la forme pendant sept années. D'autre part, il m'a suffi de cultiver environ 1.000 individus pour toute l'expérience.

Il est bien évident que cette réduction dans l'étendue de l'expérience est très importante. On peut, il est vrai, se procurer 100.000 épis de Maïs, soit en les achetant directement, soit dans une culture industrielle, mais comme le Maïs n'est cultivé qu'en petit en Hollande, le nombre demandé d'individus serait, dans la plupart des cas, plus considérable que celui qu'on peut se procurer dans une seule plantation.

On voit par là que la sélection répétée est une méthode qui permet de réduire à des proportions possibles l'étendue des cultures nécessaires pour une amélioration, et cela, non seulement dans le jardin d'expériences, mais aussi dans une exploitation industrielle. Burbank a bien réussi à faire des sélections portant sur 60.000 à 100.000 individus, mais bien peu d'horticulteurs peuvent l'imiter; en général, on préfère examiner pendant une durée plus longue un lot moins considérable de plantes et c'est exactement ce que donnent les sélections répétées. A mon avis, la répétition n'a probablement pas d'autre effet que de réduire l'étendue des cultures; mais on n'a pas d'expérience sur ce sujet et il faudrait faire des comparaisons exactes chaque fois qu'il

<sup>1</sup> Sur 200 épis environ, la variabilité du nombre des rangs oscille entre 8 à 22, et ceci nous conduit approximativement à gagner un rang chaque fois que l'on double le nombre des individus examinés. Si l'on trouve un épi à 22 rangs dans 200 épis, on peut s'attendre à trouver un épi à 32 rangs dans 100.000 épis.

est possible entre les descendants d'un individu unique, mais extrême, et le produit d'une sélection moins étendue et répétée. Il faudrait étudier l'effet de la répétition sur la nourriture des représentants choisis, car il est clair qu'une plante à 22 rangées dont les parents et les grands-parents ont présenté le même caractère, présente des conditions meilleures pour l'évolution des qualités internes qu'un individu de la race commune ayant accidentellement le même nombre de rangs. De cette façon, il est peut-être possible d'expliquer pourquoi, dans mes expériences, un épi à 22 rangées a donné une descendance moyenne à 20 rangées, tandis que le calcul qui résulte de l'application de la règle de la régression seule exige de prendre, comme parent, un épi à 32 rangées pour arriver au même résultat.

Cependant, comme on l'a déjà dit, le seul objet de cette discussion est de donner quelques idées générales sur la réduction des cultures qui peut être obtenue par des sélections répétées, dans le cas où le matériel dont on dispose est complètement insuffisant pour permettre un calcul plus précis. On peut encore exposer d'une autre façon ce point important.

Le semis d'un très grand nombre de graines est nécessaire parce qu'il est impossible de dire, d'après leur seul aspect, celles qui donneront les individus cherchés; mais si cette détermination est impossible sur les graines, elle est possible, au moins suffisamment, en faisant l'étude des plantes qui donnent les graines. Lorsque cette étude mettra en évidence des différences, en liaison manifeste avec la qualité recherchée, tout le monde sera d'accord pour admettre l'inutilité du semis des graines récoltées sur les plantes les plus mauvaises et même, si l'on pouvait isoler un petit nombre des plantes meilleures, la moyenne de l'ensemble pourrait se relever considérablement. Mais il est bien clair que, dans cette étude des porte-graines, on fait intervenir le principe de la sélection répétée pendant deux générations successives et que, au point de vue théorique, l'application du même principe à un nombre plus considérable de générations ne diffère de cette méthode que par des points secondaires.

En résumé, de la discussion du premier point de cette

étude, on peut déduire que la sélection répétée est pratique parce qu'elle ne porte que sur un petit nombre d'individus, alors qu'un choix unique nécessite des nombres beaucoup plus considérables d'individus que ceux dont on dispose d'ordinaire.

A propos des cultures pédigrées de Maïs, on peut encore poser la question suivante : L'amélioration obtenue est-elle durable ou temporaire ? En d'autres termes, la progéniture de la race restera-t-elle constante dans les cultures qui suivront la fin de la sélection ? Pour m'en assurer, j'ai continué les cultures pendant plusieurs générations en choisissant les épis qui avaient un nombre de rangées inférieur à la moyenne ; les qualités de la race disparurent immédiatement ; en deux ou trois années, je suis revenu à la moyenne de la variété qui avait servi de point de départ sept ans plus tôt. Ceci montre que l'amélioration obtenue n'est pas le moins du monde fixée et qu'elle dépend d'une sélection constante ; les résultats de cette expérience confirment l'expérience universelle des éleveurs qui montre que le maintien des races améliorées dépend toujours de la sélection continue. Ce caractère constitue une différence essentielle entre les races et les espèces élémentaires ou variétés. Les lignées que donne la nature se maintiennent fidèles à leur type ; leur état moyen reste le même pendant toutes les générations successives et même, lorsqu'il est légèrement altéré par des changements dans le milieu ambiant, il retourne au type dès que ces changements disparaissent.

La moyenne a une existence réelle qui représente la somme des états de tous les membres de la famille. Les races améliorées n'ont qu'une moyenne apparente qui, en réalité, est influencée par l'élimination de groupes entiers d'individus ; lorsqu'on les abandonne, leurs caractères apparents changent et bientôt reviennent à la moyenne véritable, comme le montre l'expérience ordinaire des éleveurs.

Il reste encore à discuter un troisième point à propos des cultures pédigrées qui ont été exposées en détail : Que peut-on attendre d'une sélection continuée pendant de nombreuses années ? Serait-il possible d'obtenir une déviation définie du type initial et d'arriver à la rendre indépendante

d'une sélection ultérieure? Jusqu'ici, ce point n'a pas encore présenté d'intérêt pratique et, dans les limites des cultures ordinaires, il semble impossible d'y répondre d'une manière positive. Mais dans la discussion théorique du principe de la descendance, il prend la plus haute importance et, par suite, il exige une étude spéciale que nous réservons pour la prochaine conférence.

Nous passons maintenant à un autre problème également difficile : Quelle est, dans le processus de la sélection, la part de la fluctuation embryonnaire ou individuelle et celle de la variation partielle? Il est probable que toutes les qualités soumises à la sélection varient selon les deux modes; l'état pris dans la variation embryonnaire donne sans doute une moyenne assez précise autour de laquelle oscillent encore les parties des individus. Il en est ainsi pour le Maïs et lorsque, sur la même plante, on observe deux ou plusieurs épis mûrs ou seulement en fleurs, on peut reconnaître des différences dans le nombre de leurs rangées qui dépendent de la variation partielle. Toutefois ces dernières fluctuations sont faibles et ne dépassent pas d'ordinaire deux rangs, rarement quatre. En choisissant toujours l'épi principal, les chiffres indiqueront le degré de la déviation personnelle par rapport à la moyenne de la race, mais chaque fois qu'on fait une erreur et que, par inattention, on sème les graines d'un épi dont l'écart est dû surtout à la variation partielle, il faut s'attendre à une régression beaucoup plus accusée.

Donc, on doit reconnaître que des calculs exacts sur les phénomènes de l'hérédité sont toujours sujets à de grandes incertitudes qui résultent de notre connaissance très imparfaite de la proportion réelle dans laquelle interviennent les facteurs différents et de la difficulté que nous avons d'évaluer leur influence dans un cas donné. Ainsi, nous avons plus de doutes que de faits précis, et il reste beaucoup à faire avant que des calculs exacts puissent avoir une valeur scientifique réelle.

Revenons après ce long détour à la question des effets de la sélection. Il faut en examiner deux cas essentiellement différents. On peut sélectionner les extrêmes parmi les individus qui diffèrent, soit par variations fluctuantes habituelles,

soit parce qu'ils appartiennent à des variétés instables. Nous avons vu que celles-ci sont des races doubles; leur variation particulière très étendue provient de la substitution de deux caractères qui s'excluent mutuellement ou se combinent en s'atténuant plus ou moins. Les Giroflées et les plantes à fleurs striées, les Trèfles à cinq feuilles, les Pavots polycéphales et beaucoup d'autres monstruosité ont été étudiés comme des exemples de ces variétés instables. Or, aujourd'hui, il faut examiner les effets d'une sélection poursuivie pendant une longue série d'années et voir si le choix continu de l'un des deux caractères de ces races doubles peut conduire à l'exclusion complète de l'autre. La race peut-elle être modifiée par ce moyen? La sélection peut-elle agir graduellement au point de faire disparaître la qualité inactive et amener la disparition de la qualité d'être d'une race double?

Ici, nous possédons évidemment un moyen de déterminer ce que la sélection est capable de faire. Les expériences peuvent être d'assez courte durée pour donner des preuves sérieuses. Il existe d'ailleurs des cas où la nature a fait une sélection continue pendant des siècles en conservant toujours le même sens. Il est arrivé souvent aussi à l'homme de faire des sélections inconscientes analogues et on peut examiner beaucoup de plantes cultivées qui donnent des preuves relatives à cette question.

On peut dire à l'avance que la sélection continuée longtemps n'a absolument aucun effet appréciable. Je ne veux naturellement pas nier les merveilleux résultats de la sélection obtenus dans les toutes premières années, ni la nécessité de continuer la sélection pour conserver les races améliorées au point où elles ont été amenées. Je tiens seulement à établir que la sélection poursuivie dans la même direction pendant des siècles, et peut-être pendant des périodes géologiques, n'est pas capable d'ajouter quoi que ce soit aux résultats obtenus dans les premières années et que, par conséquent, la sélection se trouve bien vite limitée.

Il suffira de citer quelques exemples pour prouver la valeur de cette affirmation. Tout botaniste qui a étudié la pratique agricole de l'amélioration des plantes, ou encore

les causes de la distribution géographique des végétaux, trouvera facilement de nombreux exemples analogues. Le plus frappant peut-être est donné par les plantes bisannuelles cultivées dont les plus importantes sont les Betteraves fourragères et les Betteraves à sucre. On ne les cultive évidemment que comme plantes bisannuelles, mais, chaque année et dans presque tous les champs, on trouve quelques individus annuels. Ils proviennent de la même semence que les individus normaux et leur nombre dépend évidemment des conditions externes et surtout de l'époque du semis. Souvent les cultures ordinaires offrent environ 1% de ces plantes inutiles, mais le cultivateur est souvent forcé, par la distribution de son temps et par son travail, à ensemençer une grande partie de ses champs avant le début du printemps. Dans l'Europe centrale dont le climat est défavorable à cette époque, les Betteraves ainsi traitées donnent une proportion beaucoup plus considérable d'individus annuels; leur nombre atteint souvent et dépasse même 20%, ce qui constitue une perte notable dans le rendement total du champ. Rimpau, qui a fait une étude complète de ce défaut, a montré qu'il dépendait de diverses conditions externes et il s'est efforcé aussi de découvrir des méthodes de sélection dans le but d'en triompher ou au moins de le réduire à des proportions qui le rendent inoffensif. Mais ses efforts n'ont abouti à aucun résultat pratique; on ne peut supprimer les individus annuels.

Si l'on passe à l'autre côté du problème, il est bien clair que les plantes annuelles ont toujours été éliminées dans la sélection. Leurs semences n'ont pu être mélangées avec la bonne récolte, pas même accidentellement, puisqu'elles ont mûri dans l'année précédente. Pour obtenir des semences sur des plantes de seconde année, on prend des Betteraves dans le champ et on les conserve pendant l'hiver à l'abri du froid; on les plante au printemps suivant et il est évident que le fermier même le plus négligent ne peut les mélanger avec les échantillons annuels. Nous pouvons donc dire qu'on a appliqué à la destruction de cette tendance un procédé de sélection rigoureux et qu'on ne peut améliorer, non seulement pour les Betteraves à sucre, depuis l'époque de

Vilmorin où la sélection est devenue un procédé bien connu, mais même pour les Betteraves fourragères, depuis le début de la culture de la Betterave. Quoique inconsciente, la sélection des Betteraves bisannuelles a dû être rigoureuse et ininterrompue pendant de nombreux siècles. Elle n'a eu aucun effet; on voit réapparaître des Betteraves annuelles tous les ans et on ne peut les éliminer complètement. Toutes les plantes possèdent cette propriété latente et peuvent la mettre en évidence dès que les circonstances la favorisent, comme le prouve l'augmentation considérable des plantes annuelles dans les semis hâtifs. On peut en conclure que la sélection même très prolongée est incapable de débarrasser les plantes de leurs défauts.

On peut donner d'autres preuves de cette règle en étudiant d'autres plantes bisannuelles et, parmi elles, les rares plantes annuelles de Carotte en offrent un exemple des plus connus. Dans mes cultures d'Œnothères, j'ai préféré les plantes annuelles et j'ai éliminé les bisannuelles, sans pouvoir réussir à obtenir une race pure annuelle. Dès que les circonstances sont favorables, les bisannuelles réapparaissent en grand nombre. Les céréales donnent lieu à des observations analogues. On a cultivé à part, pendant des siècles, les variétés d'automne et de printemps, mais, dans les essais, il est souvent facile de passer des unes aux autres. Une sélection inconsciente et de longue durée n'a pas réussi à les séparer par des qualités réelles et précises.

On en a d'autres exemples dans les plantes à fleurs et à fruits striés et, en particulier, dans les Radis striés. Il serait tout à fait superflu d'insister sur ces cas. La sélection tend toujours à éliminer les individus d'une couleur uniforme, mais n'empêche pas leur réapparition à chaque génération. Bon nombre de monstruosités rares peuvent être rangées dans la même catégorie, surtout lorsqu'elles sont si peu fréquentes qu'elles n'ont pu permettre une récolte de graines suffisante pour leur culture, ou lorsqu'elles entraînent l'avortement des éléments sexuels. Dans ces plantes, la sélection des individus normaux est très rigoureuse et même absolue sans que les anomalies puissent être éliminées par elle. Toute circonstance favorable, ou toute sélection expérimentale faite

dans le but de les augmenter, montre qu'elles sont encore capables de se développer davantage. Les nombreux cas de ces caractères héréditaires de second ordre constituent par leur ensemble la plus grande partie de la science connue sous le nom de Tératologie végétale.

On pourrait objecter que tous ces exemples ont été étudiés pendant trop peu de temps pour être concluants, ou encore, qu'ils sont insuffisants pour permettre de prévoir ce qui se passerait dans des périodes plus longues ; mais alors les particularités offertes par les plantes alpines pourraient être prises comme la preuve la meilleure de l'insuffisance de la sélection. Elles ont subi pendant toute la durée de la période géologique actuelle l'action constante du climat et des autres facteurs externes ; elles présentent une adaptation complète et remarquable à ces conditions particulières, et cependant, elles possèdent la tendance latente de prendre des caractères de plantes de plaine dès qu'elles y sont transportées. Il est évident que cette qualité n'entre jamais en activité sur la montagne où elle est toujours contrariée par la sélection. Mais celle-ci n'a évidemment aucune action, puisque nous avons vu dans l'exposé des expériences de Naegeli, de Bonnier et d'autres que tous les individus modifient leur port et leur aspect lorsqu'on les change de milieu. Le climat a une influence excessivement grande sur toutes les plantes sans exception, mais la persistance de son action ne produit pas de variation stable.

En voilà assez pour les variétés instables et les adaptations doubles. Nous passons maintenant à l'étude des effets de la sélection continue de caractères simples. A ce point de vue, l'exemple fourni par les Betteraves à sucre est le meilleur. Depuis Vilmorin, on les sélectionne pour la teneur en sucre de leurs racines et, au point de vue pratique, le résultat acquis est le plus étonnant qu'on ait obtenu jusqu'ici. Mais, si on se place à un point de vue critique, sans autre but que d'arriver à une appréciation scientifique de l'amélioration par comparaison avec les autres modes de sélection, on constate que les preuves fournies par cet exemple en faveur de la théorie de la sélection répétée et cumulative sont très faibles.

La quantité de sucre est exprimée par des pourcentages. En laissant de côté la quantité réelle de sucre produite, ces pourcentages varient avec divers facteurs; l'un d'eux est la quantité de jus, renfermée dans les tissus, qui dépend de la culture en terrain plus ou moins sec et de l'humidité de l'atmosphère, si bien que la même variété donne des pourcentages plus élevés dans une région sèche que dans un pays humide. On s'en aperçoit dans la comparaison des résultats des analyses de tubercules des provinces sablonneuses et des terres à prairies argileuses de la Hollande; on sait aussi que la moyenne des Betteraves de la Californie donne 26 % de sucre et même davantage, tandis que les meilleures Betteraves européennes atteignent environ 20 %. Or, autant que je puis l'affirmer, ces chiffres n'indiquent pas des différences de races, mais des variations dues uniquement à des conditions particulières de climat et de sol.

En dehors de ces considérations, les améliorations obtenues en un demi-siècle c'est-à-dire en vingt ou trente générations, n'indiquent rien d'absolu. Toutes les qualités ont à l'heure actuelle les mêmes fluctuations qu'au début et nécessitent les mêmes soins continus. Vilmorin a donné quelques pourcentages présentés par les tubercules de la première génération de sa race; la valeur 14 % est, d'après lui, la plus fréquente et les chiffres 7 et 21 correspondent aux extrêmes de ses analyses. Si peu précises que soient ces données, elles coïncident d'une manière frappante avec l'état actuel des meilleures races européennes. On élimine évidemment chaque année, par sélection, les teneurs les moins élevées, ce qui augmente la moyenne. En 1874, on regardait comme normale une moyenne de 10 à 14 %; les mauvaises années donnaient 10 %; les bonnes, 12 à 14; les récoltes exceptionnelles dépassaient 17 %. Depuis cette époque, l'analyse de la teneur en sucre par l'emploi du polarimètre s'est généralisée dans toute l'Europe et il en résulte déjà une augmentation sensible de la valeur moyenne. Cependant celle-ci ne dépasse pas souvent 14 % et les tubercules choisis dans le champ pour l'étude au polarimètre arrivent à une moyenne de 15 à 16 %, avec des limites inférieures de 10 et supérieures de 20 à 21 %. Dans l'ensemble, ces chiffres

sont identiques à ceux de Vilmorin ; l'étendue de la variabilité n'a pas été réduite et on n'a pas pu atteindre des extrêmes plus élevés. L'augmentation de la moyenne de 1 % a une grande importance pratique et on ne peut citer de cas soumis à plus de travail et à plus de soins que l'amélioration des races de Betteraves. Malgré cela, la sélection n'a pas encore eu d'influence durable ; les méthodes ont été améliorées et, dans une seule usine, on a porté à plus de 100.000 le nombre des tubercules soumis à la polarisation, mais l'amélioration dépend encore de la sélection continue tout comme il y a un demi-siècle.

L'emploi de la sélection donne des résultats pratiques excellents, mais, si on en examine les résultats au point de vue critique, on constate la vanité des preuves qu'elle paraît entraîner.

---

## VINGT-HUITIÈME CONFÉRENCE

### SÉLECTION ARTIFICIELLE ET SÉLECTION NATURELLE

La comparaison de la sélection artificielle et de la sélection naturelle est l'une des bases de la théorie de la descendance et, depuis l'époque de Darwin, elle a été l'objet de critiques constantes.

Ces critiques dérivent, pour la plupart, de la connaissance imparfaite des deux processus. Grâce aux distinctions qu'il a été possible de faire récemment, les différences entre les espèces élémentaires et les races améliorées se sont accusées; elles promettent de donner de meilleurs résultats dans la comparaison de la sélection artificielle et de la sélection naturelle.

Nous avons vu, dans les conférences précédentes, qu'il existe des espèces élémentaires de plantes sauvages et de plantes cultivées. Elles sont le plus souvent peu nombreuses dans les genres les plus anciens et les espèces systématiques; au contraire, les types sauvages les plus récents, ainsi que beaucoup de formes cultivées, en renferment un très grand nombre. En agriculture, on a reconnu que le choix de la forme élémentaire la plus convenable pour un objet déterminé est le premier progrès à faire au point de vue de la sélection et on a désigné ce procédé sous le nom de mise à l'épreuve des variétés, le mot variété étant ici appliqué sans distinction aucune à toutes les subdivisions des espèces systématiques. Dans la nature, le même processus est désigné sous le nom de survivance des espèces. Les types récents montrent un grand nombre de formes secondaires constantes et, dans quelques cas même, ils en renferment des centaines, alors qu'elles sont rares dans les genres plus anciens; cette différence s'explique par l'extinction progres-

des espèces, qui affecterait les formes les plus faibles à un degré plus élevé que les espèces adaptées. Il en résulte que les premières disparaissent sans laisser de traces de leur existence; seules les espèces qui sont suffisamment adaptées aux conditions externes ambiantes résistent et survivent.

Cette sélection des espèces montre des analogies très grandes entre les procédés artificiels et les procédés naturels et elle est très importante dans les deux cas. Dans la nature, la mort des mutantes non adaptées résulte de la grande lutte pour l'existence; nous avons comparé son action, dans une conférence précédente, à celle d'un crible; toutes les formes qui sont trop petites ou trop faibles tombent dans le criblage et il ne résiste que les meilleures. Réduites en nombre, ces espèces prospèrent et se multiplient, puis sont capables de donner de nouvelles mutations qui sont à leur tour soumises à l'épreuve du crible. La répétition fréquente de cette action semble fournir une bonne explication des structures multiples hautement différenciées et étonnantes que le débutant dans l'étude de la nature prend pour des adaptations simples et réelles.

La sélection artificielle isole et préserve exactement de la même façon certaines espèces élémentaires et détruit les autres, mais ici, on ne dispose pas du temps nécessaire pour obtenir de nouvelles mutations, ou, du moins, elles sont rares à l'époque actuelle et on doute même qu'elles se soient présentées dans les périodes historiques. À part cette différence inévitable, l'analogie entre la sélection naturelle et la sélection artificielle me paraît très frappante. On peut désigner cette sorte de sélection sous le nom de sélection entre espèces; elle s'oppose à la sélection dans les espèces élémentaires ou les variétés. On n'a reconnu l'importance de la première sélection que dans ces dernières années, mais, en réalité, la distinction n'est pas utile. J'ai déjà donné les preuves historiques en faveur de la sélection entre espèces. Il peut être préférable de désigner ce processus par le nom de sélection intra-spécifique, pourvu que l'on comprenne bien que le terme intra-spécifique renferme la notion de petite espèce ou d'espèce élémentaire.

Je ne veux pas proposer l'emploi d'un terme nouveau ; mais je crois que l'introduction du mot *élection* dans la discussion des questions d'hérédité permettrait de mieux comprendre les différences principales ; *élection* signifiait autrefois la préférence entre individus isolés, tandis que l'origine du mot *sélection* indique la distinction de groupes plus considérables qu'un individu. En d'autres termes, la *sélection* individuelle est exactement ce qu'on a coutume d'appeler *élection* ; une personne que l'on choisit parmi des milliers est élue ; une société *sélectionnée* est un groupe de personnes choisies. Il n'y aurait pas de grandes difficultés à introduire le mot *élection*, car les *sélectionneurs* ont déjà l'habitude d'appeler, au moins dans le cas des Betteraves et des céréales, les individus choisis du nom d'« élite ».

La *sélection* intra-spécifique fournit un second point de comparaison entre les processus naturel et artificiel. On admet généralement qu'il est plus difficile à traiter que le premier, mais il n'y a pas le moindre doute que, ici aussi, la ressemblance est due à des causes étroitement comparables. Dans la pratique, ce processus tient à peine le second rang en importance par rapport à la *sélection* entre espèces et, dans de nombreux cas, il repose sur elle et la complète, puisqu'il amène les formes isolées à leur plus haut degré possible d'utilité. Dans la nature, il en est tout à fait de même ; des lignées d'individus s'adaptent aux conditions locales du milieu ambiant. Les races améliorées ne persistent généralement pas très longtemps dans la culture ; elles sont remplacées tôt ou tard par de nouvelles *sélections*. On peut se faire une idée exactement analogue de l'action de la *sélection* intra-spécifique ; elle produit les races locales, dont les caractères disparaissent aussitôt que les conditions externes particulières cessent d'agir. Elle ne provoque la variation que pour les plus petites ramifications latérales de l'arbre généalogique, mais elle n'a aucun rôle dans l'évolution des branches principales ; elle n'a donc qu'une importance très secondaire.

Ces affirmations s'opposent directement aux opinions scientifiques courantes, mais elles sont justifiées par les faits. On en a déjà exposé une grande partie des preuves dans les chapitres précédents ; pour terminer cette discussion, il

ne reste qu'à comparer dans leurs détails les deux types de sélection intra-spécifique. Dès le début de cette étude, je vais parler de quelques formes intermédiaires, puis je terminerai par l'analyse critique des caractères de la sélection artificielle qui, à mon avis, prouvera la fausseté des conclusions qu'on en a tiré pour expliquer ce qui se passe dans la nature.

La sélection naturelle ne se rencontre pas seulement à l'état sauvage; elle agit aussi sur les plantes cultivées où elle régit la lutte entre les vieux types, ou même, entre les espèces sauvages et les variétés ou races améliorées. J'ai décrit dans une conférence précédente la rapide extension de la Folle Avoine, en certaines années, ainsi que les efforts faits par Risler et Rimpau pour en débarrasser les variétés sélectionnées. Dans tous les cas, la lutte est analogue; les formes les meilleures qui donnent le rendement le plus élevé sont, en général, plus sensibles aux intempéries et exigent une fumure plus riche et une culture plus soignée. Aussi, les variétés indigènes ont des avantages sérieux lorsque les conditions climatiques ou culturales sont défavorables à l'ensemble des formes cultivées; elles en souffrent moins; elles peuvent se propager plus rapidement et détruire les types meilleurs. La lutte pour la vie existe toujours et on peut facilement la suivre lorsqu'on vérifie la composition d'un groupe de plantes pendant plusieurs années successives; elle est bien connue des horticulteurs et des fermiers, car elle ne cesse de contrarier leurs désirs et d'exiger des efforts continus pour la conservation des races pures. Il est bien évident que c'est la même lutte, complètement indépendante de l'homme, qui existe entre les plantes sauvages.

Les races locales de plantes sauvages n'ont pas été l'objet de cultures expérimentales récentes; on a cependant sur elles quelques documents. A l'est des îles de la Frise, dans la mer du Nord, les fleurs sont sensiblement plus grandes et plus brillantes de ton que sur le continent voisin. Behrens attribue cette différence locale à une sélection plus intense par les insectes pollinisateurs qui sont moins nombreux sur ces îles battues par le vent. Les graines des Pins de l'Himalaya donnent des plantes résistantes au froid lorsqu'on les récolte sur les arbres végétant à des altitudes considérables,

tandis que les plantules provenant d'arbres développés dans les régions basses sont plus sensibles. On trouve des exemples analogues dans les Rhododendrons et d'autres espèces de montagne. D'après Cieslar, il existe des différences du même ordre entre les graines des Pins et des Mélèzes des régions alpines et celles des plaines.

Ces variations dépendent directement des conditions extérieures comme le montrent spécialement les essais d'extension des cultures dans les régions plus élevées ou plus septentrionales. Le raccourcissement de l'été est un facteur naturel de sélection; il élimine tous les individus qui ne peuvent mûrir leurs graines dans une période abrégée; seules les plantes précoces survivent. Schübeler fit des expériences très frappantes avec le Maïs et d'autres céréales; il réussit à les cultiver dans des régions de Norvège où elles faisaient défaut jusque-là. Dans le district de Christiania, on a réduit en peu d'années la durée de végétation du Maïs de 123 à 90 jours; les tiges sont plus basses, les grains moins nombreux, mais encore suffisants pour rendre leur culture profitable dans ces conditions. Cette variation n'est pas stable; on la voit s'atténuer rapidement, puis disparaître dans les lignées originaires de Norvège que l'on cultive ensuite dans le sud de l'Allemagne. C'est un exemple type de race améliorée qui ne se maintient que par la sélection continue des courts hivers qui l'ont produite. Von Wettstein a obtenu des résultats analogues dans la culture comparée de plusieurs sortes de Lins provenant de diverses contrées. Les analogies qui existent entre ces races locales cultivées et les races locales de la nature sont remarquables; l'usage des échanges de graines repose, pour une grande part, sur ce fait d'expérience que les caractères acquis dans des conditions de climat et de culture particulières à quelques régions choisies se maintiennent pendant une ou deux générations, et même parfois davantage, pour diminuer ensuite au point de n'avoir plus aucune valeur pratique. Les régions de Probstei, de Hanna et d'autres encore doivent leur renommée aux qualités supérieures, mais temporaires, de leurs céréales.

Après avoir examiné ces types intermédiaires de sélection, nous passons maintenant à l'objet principal de notre étude

qui a déjà été le sujet d'une discussion assez longue dans la conférence précédente, mais qui exige un nouvel examen. Peut-on regarder la sélection intra-spécifique comme une cause d'amélioration durable et progressive? Les biologistes qui considèrent la fluctuation comme la source principale de la progression du monde organisé répondent par l'affirmative, mais ils sont en contradiction avec les expériences des horticulteurs, puisque les résultats obtenus dans la pratique prouvent que la sélection d'un type bien défini atteint rapidement une limite qu'il est impossible de dépasser. Pour continuer l'amélioration, il faut modifier et améliorer la méthode de sélection elle-même. C'est par une méthode meilleure et plus précise qu'on peut faire choix des individus supérieurs de la race, même s'il faut les trier dans un nombre d'individus beaucoup plus considérable que celui qui est indiqué par la loi de Quételet.

Les améliorations continues et même croissantes d'une race cultivée ne résultent pas de la sélection fréquemment répétée, mais bien d'une amélioration du type que l'on étudie. La nature, dans la mesure où nous la connaissons, ne modifie son type que de temps à autre, à la suite de migrations d'espèces ou de changements locaux de climat; puis le type nouveau persiste sans changements pendant des siècles.

Dans le cas où le type est constant, la sélection atteint sa limite en quelques générations. On sait, d'après les expériences de Van Mons et d'autres sélectionneurs de pommes, la rapidité avec laquelle on arrive à la limite de la taille et de l'amélioration de goût. Pour les racines, les expériences de Vilmorin sur les Carottes et celles de Carrière sur le Radis donnent les mêmes conclusions. Pour la taille et la couleur des fleurs, on obtient facilement dans le début de grandes améliorations, mais on se heurte bientôt à une limite qu'on ne peut dépasser. On pourrait citer beaucoup d'autres exemples analogues.

La méthode de sélection des Betteraves à sucre s'oppose à ces cas très simples. J'ai fait souvent allusion à cet exemple remarquable de l'action de l'homme sur les races domestiques et j'ai essayé de montrer combien il donne peu de poids à l'opinion scientifique courante relative à la puissance de

la sélection naturelle. Pour cette raison, il est intéressant de voir comment le perfectionnement gradué des méthodes de sélection fut le principal but des sélectionneurs; aucun d'eux ne doute que l'amélioration des méthodes seule est capable de donner des résultats. L'objet de la sélection, en général, est d'obtenir une légère augmentation dans la teneur en sucre, variation qui est à peine comparable aux progrès de l'évolution des formes que nos théories doivent expliquer.

La méthode employée tout d'abord par Vilmorin est très simple. A cette époque, on ne connaissait pas encore la polarisation. Vilmorin déterminait le poids spécifique de ses Betteraves, soit en les pesant entières, soit en pesant les tissus sucrés seuls qu'il isolait en coupant un morceau de la base de la racine. Il plongeait les morceaux dans une solution de sel qu'il diluait jusqu'à ce que les morceaux commençassent à s'enfoncer. La concentration de la solution donnait alors une mesure de leur poids spécifique qu'on admettait être celle de la valeur de la Betterave correspondante. Cette méthode reçut deux sortes d'améliorations. Ce fut tout d'abord un perfectionnement dans l'emploi des solutions salines pour l'essai d'un grand nombre de tubercules. Après quelques déterminations, on fabriquait une solution de concentration telle que la plupart des tubercules devaient flotter; seuls les meilleurs pouvaient tomber au fond des bacs où on faisait l'épreuve de milliers de Betteraves et il était possible ainsi de conserver les tubercules les plus lourds. L'autre amélioration fut la détermination du poids spécifique du suc de la Betterave exprimé des tissus; quoique plus ennuyeuse et plus coûteuse, cette méthode était plus directe que la précédente, puisqu'elle éliminait les erreurs dues à l'air renfermé dans les tissus. Elle préparait d'ailleurs l'application de la méthode du polarimètre.

Cette méthode fut adoptée en Allemagne vers 1874 et fut bientôt répandue partout. Elle permit la mesure directe et sans grands efforts de la quantité de sucre. Chaque année, on fit l'épreuve de milliers de tubercules dont les meilleurs furent conservés pour la production des semences. Dans certaines usines, on détermine par des études pré-

paratoires un pourcentage étalon qui sert au classement de la masse des tubercules. Ailleurs, on a amélioré les méthodes de prise des échantillons et de filtration de la sève au point de permettre, en quelques semaines, la détermination exacte par le polarimètre de la teneur en sucre de trois cent mille tubercules. Les chiffres réunis constituent un matériel très favorable pour des études de statistique et permettent de reconnaître immédiatement les meilleurs tubercules, puisqu'ils laissent au sélectionneur la faculté de changer le pourcentage étalon d'après les résultats fournis à n'importe quelle époque. De plus, ils sont utilisés pour la subdivision des Betteraves en classes de qualités différentes et donnent le matériel nécessaire pour isoler, à côté de l'élite de la semence qui représente la race améliorée, des plantes de première et de seconde classe et ainsi de suite. Dans les usines de MM. Kuhn et C<sup>o</sup>, à Naarden en Hollande, la machine à écraser fut notablement perfectionnée de manière à déchirer les parties solides des tissus, à ouvrir les cellules et à exprimer tout le suc en moins d'une minute sans provoquer d'échauffement.

Il serait trop long d'entrer dans des détails plus complets, ou de décrire les changements simultanés qui ont été introduits dans la culture de l'élite. Les faits que l'on a rapportés suffisent pour montrer que le principal souci du sélectionneur est, dans ce cas, l'amélioration continue des méthodes de sélection. Il est évident que les progrès de la race sont dus en général à de grands perfectionnements techniques et non pas à la seule répétition de la sélection.

On peut constater des faits analogues dans toutes les sélections industrielles importantes. Leur caractère commun est l'amélioration croissante des procédés d'appréciation des qualités des plantes sélectionnées. Le sélectionneur s'occupe tout d'abord des caractères morphologiques et des tendances à donner les produits recherchés. Puis viennent les actions du climat et de la fumure. D'ordinaire, ce n'est que peu à peu qu'on fait intervenir dans les méthodes de sélection les points de vue physiologiques et chimiques du problème. Lorsque, il y a quelques années, j'ai été reçu par M. de Vilmorin, à Paris, j'ai visité son laboratoire de sélection de Pommes de terre.

La méthode consistait dans le râpage des tubercules, l'extraction; puis le dosage de l'amidon. On déterminait pour chaque plante le pourcentage en amidon et, d'après les résultats fournis par un tubercule, l'individu entier était ou non conservé comme plant. Le Blé fut l'objet d'une sélection analogue de la part de Dippe, à Quedlinburg; il évalua tout d'abord la teneur en matières azotées et, en second lieu, les proportions relatives des substances qui interviennent dans la bonne fabrication du pain.

Le célèbre Seigle de Schlanstedt fut obtenu de la même façon par feu M. Rimpau qui l'introduisit sur le marché entre 1880 et 1890. Cette variété fut très recherchée dans l'Europe centrale, surtout en Allemagne et en France; elle est de haute taille, elle a des tiges vigoureuses et des épis très longs; ses grains ont une grosseur presque double de celle du Seigle ordinaire et, à maturité, ils sont visibles hors des bractées des épillets. Elle vient mal dans les sols maigres, mais c'est une des meilleures variétés pour les sols de fertilité moyenne sous un climat tempéré. Son rendement en grain équivaut à celui des meilleures sortes françaises qu'elle surpasse de beaucoup par son rendement en paille. Elle fut obtenue à la ferme de Schlanstedt par une sélection très lente faite selon les idées de l'époque. L'expérience commença en 1866 par la récolte, faite par Rimpau, des plus beaux épis de tout le champ et le semis de leurs grains dans le jardin d'essai. Toute la race dérivait de cette première culture. On fit choix chaque année des meilleurs épis du lot pour en faire des cultures répétées et contrôlées avec soin, tandis que les autres épis furent multipliés dans les conditions normales pour fournir la semence nécessaire aux vastes champs de la ferme qui d'ailleurs augmentèrent graduellement de superficie.

Il fallut deux ou trois ans pour produire la quantité de semences de chaque catégorie nécessaire pour tous les champs de Schlanstedt. Le jardin d'essai que j'ai pu visiter, à plusieurs reprises, de 1875 à 1878, grâce à l'amabilité de M. Rimpau, était situé au milieu de l'exploitation, à quelque distance des bâtiments. On le travaillait avec plus de soin et, en particulier, on le conservait dans des conditions de fertilité

meilleures que celles des autres champs. La sélection était accompagnée d'une étude continue des qualités et des exigences de l'élite, ce qui permit d'améliorer graduellement le type étalon. On tint compte de la résistance aux maladies et on augmenta ainsi d'autres qualités. M. Rimpau m'a dit à diverses occasions que son souci le plus grand était de ne négliger aucun caractère, car il craignait que si l'un d'eux était perfectionné dans une mauvaise direction, sans qu'on s'en rendit compte, toute la famille aurait pu en souffrir au point de rendre inutiles toutes les autres améliorations. Dans ce but, il eut soin de conserver entre les plantes du jardin expérimental les intervalles presque identiques à ceux des cultures ordinaires et l'espace disponible fut assez grand pour renfermer chaque année les meilleurs grains d'un nombre assez considérable d'épis. On ne les a jamais séparés et il ne fut jamais question de faire des cultures généalogiques exactes en partant d'un seul individu. Le mélange semblait avoir l'avantage de permettre le maintien de la valeur moyenne du plus grand nombre des caractères qui, sur des plantes isolées, auraient été nécessairement négligés, soit par leur nature, soit par leur manque d'importance apparent.

Après dix années de travail continu, ce Seigle attira l'attention des fermiers voisins, car il était manifestement supérieur aux semences ordinaires. Au début, Rimpau avait fait ses cultures d'amélioration pour sa propre exploitation, mais, peu à peu, il se mit à vendre ses produits comme semences, quoique leur supériorité lui parût encore trop faible. Dix années plus tard, en 1886, il réussit à vendre toute sa récolte de Seigle comme semence et put en retirer de gros bénéfices. Cette variété est reconnue comme l'une des meilleures sortes, quoique, dans sa dernière lettre, M. Rimpau m'annonçait que ses bénéfices commençaient à diminuer par suite de la concurrence faite par d'autres variétés de Seigle sélectionnées. Il avait atteint le maximum de rendement possible; pour arriver à de meilleurs résultats encore, il fallait recommencer le travail avec des matériaux nouveaux et plus convenables.

Cette dernière nécessité met en évidence l'existence d'un principe de sélection très différent, principe qui menace

d'augmenter encore les divergences existant entre la sélection artificielle et la sélection naturelle. En réalité, cette notion n'est pas nouvelle; elle a été reconnue autrefois dans la sélection des animaux domestiques et Vilmorin l'a appliquée à ses Betteraves à sucre, il y a plus d'un demi-siècle. Mais on comprend mal pour quelles raisons ce principe a été laissé de côté et négligé dans la sélection actuelle des Betteraves à sucre.

Le principe en lui-même est très simple. Les caractères visibles des animaux ou des plantes ne permettent qu'une mesure imparfaite de leurs qualités héréditaires et ne peuvent être, comme on le croit d'ordinaire, le vrai critérium auquel il faut avoir recours. Dès lors, il faut admettre que la puissance héréditaire ne peut être évaluée que d'après l'observation de l'hérédité elle-même. C'est pourquoi la valeur moyenne de la descendance d'une lignée constitue la seule moyenne sérieuse, d'après laquelle on puisse apprécier la valeur de la lignée et fonder la sélection.

Ces considérations diffèrent à tant de points de vue des opinions admises par les sélectionneurs qu'il semble nécessaire d'examiner leurs conséquences théoriques et expérimentales ainsi que leurs conséquences pratiques.

Les arguments théoriques en faveur de ce principe reposent sur la distinction, dans la variation fluctuante, de deux grands modes de déviations, les unes individuelles ou embryonnaires, les autres partielles. Nous avons étudié assez longuement les raisons de cette distinction dans la conférence précédente. Elles apparaissent immédiatement lorsqu'on étudie un exemple particulier. Quelle est la véritable signification du chiffre qui indique la teneur en sucre d'une seule Betterave? Ce chiffre dépend tout d'abord de la lignée ou de la famille dont dérive la Betterave; mais cette première considération n'intervient pas dans ce cas, puisque la famille est la même pour toutes les Betteraves du lot et n'entraîne que la fixation de la valeur moyenne autour de laquelle tous les tubercules sont en fluctuation.

La déviation de la teneur en sucre d'un tubercule particulier dépend de deux catégories principales de causes externes. Il y a d'abord à tenir compte de celles qui ont

influencé le jeune germe pendant la période de sensibilité maxima, c'est-à-dire au stade d'embryon, durant la maturation de la graine. Elles fixent des limites particulières à l'état moyen du tubercule, puisqu'elles sont déterminées en une fois et pour toujours en ce qui concerne cet individu particulier. Mais, en second lieu, la jeune plantule est modifiée pendant la croissance et le développement des feuilles et des racines par de nombreux facteurs qui ne peuvent déplacer son état moyen, mais seulement entraîner de légères déviations, accroître ou diminuer un peu la quantité de sucre qui doit être déposée dans la racine. Les jeunes Betteraves les meilleures peuvent être endommagées de multiples façons durant leur vie et produire moins de sucre qu'on peut raisonnablement l'espérer. Elles peuvent devenir inférieures à des plantes ayant une moins bonne organisation initiale, mais favorisées dans leur développement.

Dans cet ordre d'idées, le résultat de l'analyse donné par le polarimètre n'est pas une valeur simple, mais une fonction dépendant de deux facteurs au moins. Il peut être la somme ou la différence des variations entraînées par ces deux facteurs, selon que les conditions externes ont été favorables ou non en ce qui concerne l'individu et le milieu ambiant. Une forte quantité de sucre peut indiquer une haute valeur individuelle, avec de légères déviations ultérieures, ou bien une qualité moyenne de l'individu renforcée par une déviation extrême et d'importance secondaire.

Il est donc évident que les résultats d'une méthode technique, même très perfectionnée, ne méritent pas toujours la confiance qu'on a coutume de leur accorder; ils sont sujets au doute et les chiffres les plus élevés n'indiquent pas en réalité les meilleurs représentants de la race. Pour arriver à une conception plus nette de cette notion, étudions la variation partielle telle que nous avons coutume de l'observer. La taille des diverses feuilles d'une plante peut varier notablement; il en est de même de la couleur des fleurs et de la saveur des fruits; elles fluctuent autour d'une valeur moyenne qui représente la véritable valeur de la plante entière. Mais si on ne nous permettait de mesurer qu'une seule feuille, d'apprécier qu'une seule fleur ou un seul fruit, en nous

forçant ensuite à en déduire la valeur de toute la plante, quelles erreurs ne serions-nous pas amenés à faire? Nous pourrions, en réalité, tomber sur un cas moyen, mais tout aussi facilement sur un extrême inférieur ou supérieur, et, dans ces deux derniers cas, nous serions trompés par l'analyse. Or, qui peut nous assurer que la racine seule d'une Betterave donnée représente la moyenne de la variation partielle? Le fait qu'il n'y a qu'une seule racine principale ne prouve rien; une plante annuelle n'a qu'une tige, mais une espèce vivace en a plusieurs. La hauteur moyenne de ces dernières est un caractère de quelque valeur, mais la hauteur accidentelle de la tige unique est une valeur bien incertaine pour l'appréciation de l'individu.

Il en est de même pour la Betterave. On peut la partager en boutures et en obtenir un certain nombre de tubercules appartenant au même individu. L'analyse de la teneur en sucre de ces racines de second ordre indique un degré manifeste de variation. Si la première racine correspond à la moyenne des racines secondaires, sa valeur peut être considérée comme acceptable, mais tout le monde est bien d'avis qu'une valeur moyenne est bien préférable à une seule détermination. En fait, on a observé des déviations qui prouvent le bien-fondé de notre opinion.

Cette discussion explique immédiatement les fréquentes désillusions des horticulteurs. On peut en citer quelques-unes d'après feu M. Laurent, professeur d'agriculture à Gembloux, en Belgique. Il sélectionna, dans une race, deux Betteraves qui possédaient la proportion très rare de 23 % de sucre, il isola leur descendance et fit ensuite l'analyse d'une soixantaine de tubercules; dans les deux lignées, la moyenne fut comprise entre 11 et 12 % et les extrêmes ne dépassèrent pas 14 et 15 %. Le choix était évidemment mauvais malgré la haute valeur du chiffre donné par le polarimètre. On voit souvent des cas analogues et nos compatriotes, MM. Kuhn et C<sup>o</sup>, en arrivent à douter de la valeur de tous les individus extrêmes et à préférer des Betteraves à teneur en sucre élevée à celles qui sont des cas extraordinaires. On peut en effet en isoler un plus grand nombre et leur moyenne a des chances de ne pas donner

prise aux erreurs qui accompagnent les rares cas de richesse exceptionnelle.

Il est intéressant de signaler ici ce que Louis Vilmorin disait à ce propos en 1850. Voici ses propres paroles : « J'ai observé, dans mes expériences sur l'hérédité, qu'il est nécessaire d'individualiser le plus possible. Aussi, j'ai pris l'habitude de récolter et de semer à part les graines de chaque Betterave et j'ai toujours trouvé que, parmi les parents choisis, il y en avait quelques-uns dont les descendants donnaient une meilleure moyenne que les autres. A la fin, j'en suis venu à ne regarder ce caractère que comme un moyen d'amélioration. »

Le sens de ces phrases est bien clair et leur auteur est l'inventeur de la méthode de la sélection des plantes. Mais on a abandonné son principe qui a été presque oublié, pour admettre que la polarisation est le seul guide ayant quelque valeur. Cependant, si je ne fais pas d'erreur dans l'interprétation de certains signes, le temps est proche où l'expérience de Vilmorin redeviendra une fois de plus le point de départ des progrès de l'amélioration des plantes.

Après avoir examiné les côtés théoriques et historiques du problème, nous allons maintenant en rappeler les preuves expérimentales, données dans une conférence précédente relative à l'hérédité des monstruosité. J'ai montré que, dans beaucoup de cas, les monstruosité forment des races doubles comprenant des monstres et des individus normaux. Au premier abord, on peut être amené à supposer que les monstres seuls sont les vrais représentants de la race, que leurs graines seules doivent être semées à part pour obtenir une famille exempte du type normal. On pourrait même supposer que les individus normaux, les atavistes comme on dit, ont réellement fait retour au type initial de l'espèce et que leurs descendants lui resteront fidèles.

Toutefois, mes expériences ont montré tout le contraire. Sans doute les graines de mes individus monstrueux sont fidèles, mais celles des atavistes ne le sont pas moins. On obtient les mêmes proportions moyennes d'Epervières fasciées et de Cardères tordues avec des graines récoltées sur des plantes à monstruosité très accusées ou sur des individus

en apparence complètement normaux. En d'autres termes, le développement le plus complet des caractères visibles n'est à aucun degré l'indice de tendances héréditaires plus fortes. Dans les années défavorables, toute une génération d'une race fasciée peut n'offrir aucune plante anormale et ne transmettre aucune trace de cette absence momentanée d'anomalie aux descendants de la génération suivante. Dès que les conditions favorables réapparaissent, la monstruosité reprend son développement complet.

La concordance de ces faits avec les résultats des expériences des éleveurs d'animaux domestiques, avec celles de Louis Vilmorin et aussi avec les déductions théoriques tirées de l'examen des facteurs de la fluctuation, m'a conduit à la découverte d'une méthode de sélection dont je me suis servi dans mes expériences sur les plantes tricotylées et syncotylées.

Les variations des plantules permettent d'examiner plusieurs centaines d'individus dans une seule caisse de germination. Si, dans chaque caisse, on ne sème que les graines provenant d'un seul parent, on peut calculer le pourcentage des plantules anormales; ce chiffre est ce que l'on appelle le pourcentage héréditaire. J'ai sélectionné les individus portegraine, après leur mort, à l'aide de ces seuls chiffres et j'ai réussi, dans des variétés qui en moyenne offraient 50 à 55 % de plantules anormales, à élever, par une sélection d'une ou de deux années, la moyenne à 90 % environ dans la plupart des cas. On peut citer, comme exemples, les *Phacelias* et les *Mercuriales* à embryons tricotylés, ainsi que le *Tournesol* commun à cotylédons soudés.

À côté de ces essais, j'en ai fait d'autres d'après les seuls caractères visibles des plantules; le résultat fut que ces caractères peuvent à peine servir de critérium. En général, les atavistes donnèrent des pourcentages héréditaires presque égaux aux tricotylés et aux syncotylés et, dans chaque cas, leurs extrêmes furent beaucoup mieux constitués que la moyenne du type choisi. Donc pour la sélection, on ne doit pas regarder les atavistes comme inférieurs aux échantillons types.

S'il m'avait été possible d'appliquer ce principe aux plantes tordues et fasciées et peut-être aussi aux autres monstruosité, je pense que l'on admettra facilement que j'aurais eu

plus de chances encore d'amener les races à un pourcentage héréditaire de 90 %. Mais les grandes superficies qu'auraient exigées les cultures pour le dénombrement de nombreux groupes de descendants adultes m'ont détourné de ces essais. J'ai toutefois découvert récemment une espèce, le *Viscaria oculata*, qui permet de compter les individus tordus dans les caisses de semis et par suite de donner la preuve directe de mon opinion.

La valeur du pourcentage héréditaire pour le travail de la sélection a été, dans ces dernières années, reconnue et défendue par deux sélectionneurs éminents, W.-M. Hays dans ce pays (Etats-Unis) et von Lochow, en Allemagne. Tous deux sont partis de l'expérience des éleveurs d'animaux domestiques. Von Lochow en appliqua les principes au Seigle et il a montré la fréquence des erreurs produites par la seule considération des caractères visibles. Par exemple, la taille des grains dépend souvent de leur nombre sur les épis et, si ce nombre est diminué par une lacune dans l'épi (épi ébréché), toute la récolte peut être rapidement endommagée par la sélection des grains les plus gros provenant de variétés qui ne sont pas complètement indemnes de ce défaut héréditaire.

Pour évaluer les plantes de Seigle, von Lochow récolte à part les graines de chacune d'elles et les sème en rangs. Chaque rang correspond à un porte-graine et présente 150 à 200 plantules selon la quantité de semence disponible. On fait par cette méthode l'épreuve de 700 à 800 plantes porte-graine chaque année et chaque rang est récolté à part. Les plantes venues donnent une mesure moyenne de la résistance au froid qui est une cause importante de mauvaise récolte; puis on évalue le rendement en grain et en paille ainsi que d'autres qualités. Finalement, il reste un ou plusieurs groupes, nettement supérieurs aux autres, qui sont cultivés pour la perpétuation de la race. Tous les autres sont totalement exclus de l'élite, mais on prend les meilleurs groupes et aussi les meilleurs individus des groupes inférieurs pour une culture nouvelle qui fournira les produits commerciaux de la race. En fait, le Seigle de von Lochow est actuellement une des meilleures variétés; il est même

supérieur à la célèbre variété de Schlanstedt. C'est seulement après avoir fait l'épreuve de la méthode que von Lochow se décida à la publier.

En Amérique, W. M. Hays a fait des expériences sur le Blé à la station du Laboratoire agricole du Minnesota. Il admet que cent grains sont un nombre convenable pour l'appréciation de chaque porte-graine et il a adopté l'expression « *centgener power* » pour indiquer le pourcentage héréditaire. La moyenne de cent descendants est le critérium qui permet de juger la valeur du parent. L'expérience montre de suite que cette moyenne n'est pas du tout proportionnelle à la qualité visible du porte-graine; il en résulte que le rendement de celui-ci ne donne que des indications imparfaites sur sa valeur comme origine d'une lignée meilleure. Hays choisit les porte-graines qui ont le *centgener power* le plus élevé et tous les autres sont complètement éliminés. Puis, les graines des groupes préférés sont multipliées jusqu'à ce qu'on obtienne les quantités de semences nécessaires.

Les pourcentages héréditaires, c'est-à-dire les indices de perfectionnement possible des différents porte-graines, sont contrôlés, puis comparés entre eux. On évalue ainsi le rendement, la quantité absolue et le pourcentage en azote du grain, la résistance à la verse, à la rouille et d'autres qualités importantes. Il est évident que, par l'épreuve d'une centaine d'individus, on arrive à une détermination beaucoup plus précise de ces qualités que si on se limitait à l'examen même très minutieux d'une seule plante. C'est ce qui fait la valeur de la méthode de Hays; pourtant le principal avantage consiste dans ce fait qu'on obtient ainsi une preuve directe de ce que l'on cherche à démontrer, alors que les renseignements fournis par l'étude des seuls caractères visibles ne sont que très indirects.

Ainsi, les résultats obtenus par les praticiens confirment à tous les points de vue ceux de la théorie et de l'expérimentation scientifique; il n'est pas douteux qu'ils permettent de faire des améliorations rapides et importantes. Cependant, le progrès une fois atteint dépendra du principe de la sélection et il faudra déterminer de nouveau chaque année le pourcentage héréditaire ou le *centgener power*,

c'est-à-dire l'indice de perfectionnement, sinon la race retournera bientôt à son état primitif.

Revenons à notre point de départ qui est la comparaison de la sélection artificielle et de la sélection naturelle. Nous sommes immédiatement frappés par ce fait qu'il est très difficile de s'imaginer comment la nature peut utiliser le principe du pourcentage héréditaire. Les individus qui dérivent du meilleur porte-graine auront en quelque sorte un certain avantage puisqu'ils sont mieux adaptés que les autres, mais ici la lutte pour l'existence se continue entre les individus et non entre les groupes de frères ou de cousins. Les individus les mieux adaptés de chaque groupe survivront et les différences dans les possibilités d'amélioration initiales ne tarderont pas à disparaître complètement. Il est évident qu'en général la lutte pour la vie ne peut entraîner dans ce sens aucune différence durable.

Si maintenant nous nous rappelons qu'à l'époque de Darwin le principe de la puissance d'amélioration était apprécié beaucoup mieux qu'à l'époque actuelle et que Darwin a dû lui attribuer toute l'importance qu'il mérite, on s'aperçoit bien vite que ce principe, délaissé puis repris récemment, ne permet pas d'identifier, comme on le fait souvent, la sélection artificielle et la sélection naturelle.

De l'ensemble de tous ces arguments, nous pouvons conclure qu'il y a une grande analogie entre la sélection de l'homme dans le sens le plus large du mot, comprenant l'épreuve des variétés, l'amélioration des races et les déterminations de la puissance de production, d'une part, et la sélection naturelle, de l'autre. Mais cette analogie conduit à ce résultat que dans la nature le rôle important est dévolu à la sélection entre les espèces élémentaires, alors que la sélection dans l'espèce n'a qu'un rôle secondaire. Cette conséquence confirme notre opinion sur l'origine des espèces, à savoir qu'elles naissent par mutation et non par une sélection continue. On peut encore dire, en employant les termes mêmes choisis dernièrement par M. Arthur Harris dans une critique amicale de ma théorie : « La sélection naturelle peut expliquer la survivance, mais non l'apparition du plus apte. »



## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

---

### A

- Abies concolor fastigiata*, 392.  
 Acacia, 111, 123, 136, 288.  
*Acer campestre nanum*, 389.  
*Achillea millefolium*, 83, 84, 278.  
 Adaptation, 448.  
     double, 261, 284, 285, 408.  
*Egilops ovata*, 166.  
     *speltæformis*, 166.  
*Agave vivipara*, 436.  
*Ageratum cœruleum*, 389.  
*Agrostemma Coronaria bicolor*,  
     80.  
     *Githago*, 176.  
     *nicœensis*, 103.  
*Agrotis*, 128.  
 Ajonc, 89, 136, 288.  
 Algues, 446.  
 Allen, Grant, 148.  
*Alliaria*, 405.  
*Alnus glutinosa laciniata*, 390.  
 Alpines, plantes, 275, 443, 509.  
*Althæa*, 308.  
 Amaranthe, 177, 285.  
*Amarantus caudatus*, 177.  
*Amaryllis*, 170, 172, 488.  
     *brasiliensis*, 172.  
     *Leopoldi*, 275.  
     *pardina*, 275.  
     *psittacina*, 275.  
     *vittata*, 275.  
 Amen-Hotep, 445.  
*Ampelopsis*, 150.  
*Amygdalus persica lævis*, 80, 530.  
*Anagallis arvensis*, 102.  
 Ancolie, 102.  
*Anemone*, 166.  
     *Bride*, 151, 309.  
     *coronaria*, 321.  
     *magellanica*, 167.  
     *sylvestris*, 167.  
 Année, 486.  
 Anomalies taxinomiques, 419.  
*Anthemis*, 148.  
     *nobilis*, 83.  
*Anthurium Scherzerianum*, 406.  
*Antirrhinum majus*, 199.  
     *luteum rubro-striatum*, 199.  
 Apétales, fleurs, 394.  
*Aquilegia chrysantha*, 102.  
*Arabis ciliata glabrata*, 80.  
     *hirsuta glaberrima*, 80.  
*Aralia crassifolia*, 422.  
 Arbres fruitiers ou Pomonomie  
     belge, 49.  
 Arbre à Ipéca, 35.  
 Arbre à pain, 57.  
*Aralia papyrifera*, 422.  
 Arétique, flore, 444.  
*Arnica*, 311.  
     *montana*, 148.  
 Aroïdées, 139, 400, 406.  
*Arum maculatum immaculatum*,  
     80.

- Ascidies, 197, 231, 270, 426, 427, 429.  
 Aster, 97.  
   maritime, 125, 178.  
*Aster Tripolium*, 126, 148, 259.  
*Astragalus alpinus*, 444.  
 Atavisme, 99, 107, 109, 111, 115, 117, 119, 125, 138, 140, 142, 147, 217, 252, 256, 260, 412.  
   de bourgeons, 115, 142.  
   définition de l', 401.  
   faux, 117, 118.  
   négatif, 217.  
   positif, 217.  
   systématique, 110, 140, 401, 412.  
 Atavistes, 400, 125.  
   hérédité des, 257.  
*Atropa Belladonna lutea*, 375.  
*Aubretia*, 151.  
 Aulne à feuilles découpées, 93, 378.  
*Avena fatua*, 64, 130.  
*Azolla caroliniana*, 150.
- B
- Babbington, Manual of British Botany, 24.  
 Bailey, 50, 192.  
 Banane, 85.  
*Barbarea vulgaris*, 269.  
 Bateson, 157.  
 Bauhin Gaspar, 46, 387.  
 Baumann, 391.  
 Begonia, 231.  
   tubéreux, 171, 231.  
   *Clarkii*, 171.  
   *Davisii*, 171.  
   *rosiflora*, 171.  
   *Sedeni*, 171.  
   *semperflorens*, 84, 93, 394.  
   *Veitchii*, 171.  
 Behrens, 515.
- Bellis perennis*, 148.  
   *perennis plena*, 123.  
 Bentham, 149.  
 Bentham et Hooker, Handbook of British Flora, 24.  
*Berberis*, 85, 114, 286.  
   *ilicifolia*, 169.  
   *vulgaris*, 169.  
 Bertin, 378.  
*Berula angustifolia*, 287.  
 Bessey, 420.  
*Beta maritima*, 45.  
   *patula*, 45.  
   *vulgaris*, 45.  
 Betterave, 43, 45, 59, 507, 510, 515, 522.  
   à fourrage, 45, 507.  
   à salade, 45.  
   à sucre, 43, 45, 69, 105, 458, 507, 515, 522.  
   de Californie, 510.  
   d'Europe, 510.  
*Betula*, 85.  
*Bidens*, 83.  
   *atropurpurea*, 83.  
   *cernua*, 83, 100.  
   *leucantha*, 83.  
   *tripartita*, 83.  
*Biscutella*, 177.  
   *lævigata glabra*, 80.  
 Blanches, variétés, 366.  
 Bleuets, 309, 320.  
*Bæhmeria*, 430.  
   *biloba*, 436.  
 Bonnier, 277, 279, 280, 284, 509.  
 Boreau, 422.  
 Bourgeons adventifs, 137.  
 Bourse à pasteur de Heeger, 14, 436.  
 Bouton d'or, 209, 225, 259, 464.  
*Brassica*, 153.  
 Braun et Schimper, 472.  
 Briot, 392.

- Brooks, 455.  
*Broussonetia papyrifera dissecta*, 391.  
 Brugnion, 87, 142.  
*Brunella*, 93, 168.  
   *vulgaris*, 366.  
   *vulgaris alba*, 126.  
 Bruyères, 92, 139, 366, 421.  
   origine des, 421.  
*Bryophyllum calycinum*, 137.  
 Burbank Luther, 37, 51, 73, 85, 168, 486, 492, 502.
- C
- Calamintha Acinos*, 276, 285.  
*Calendula officinalis*, 316.  
*Calliopsis tinctoria*, 123.  
*Calluna*, 93.  
   *vulgaris*, 276, 366.  
*Caltha*, 308.  
   *palustris*, 209.  
 Cameline, 436.  
*Camellia*, 112, 209.  
   *japonica*, 232.  
 Camomille, 84, 99, 231, 316, 323.  
 Campanule, 35, 146, 309.  
*Campanula persicifolia*, 102.  
   *rotundifolia*, 276.  
*Canna*, 486, 487.  
   *indica*, 486.  
   « Madame Crozy », 487.  
   *nepalensis*, 486.  
   *Warczewiczii*, 486.  
 Canne à sucre, 482.  
   graines de, 483.  
   « Black Manilla », 482.  
   « Cheribon », 482, 484.  
   « Chunnic », 482.  
   « Hawaï », 484.  
*Capsella Bursa-pastoris apetala*, 371.  
   *Heegeri*, 14, 371, 436.  
 Capucine, 305, 425.  
 Cardère, 254, 408, 409, 430.  
   tordue, 256, 261, 281, 408, 410, 525.  
*Carex*, 34.  
*Carpinus betulus heterophylla*, 113.  
 Carrière, 309, 378, 388, 517.  
 Carotte, 517.  
*Casuarina quadrivalvis*, 412.  
 Caumzet, 390.  
 Cause directe (théorie de la), 282.  
 Cèdre pyramidal, 392.  
 Célosie, 394.  
*Celosia cristata*, 206, 260.  
 « Centgener power », 13, 528.  
*Centranthus macrosiphon*, 268.  
*Cephalotaxus*, 107, 142.  
   *pedunculata fastigiata*, 107.  
 Céréales, 67, 75, 514.  
   origine de la culture des, 66.  
 Cerisier, 51, 391.  
 Caractère unité, 402.  
 Chanvre, 265.  
 Charme, 113.  
*Cheiranthus*, 308.  
   *Cheiri*, 233.  
   *Cheiri gynantherus*, 234.  
*Chelidonium laciniatum*, 15, 386.  
   *majus*, 93, 230, 387.  
   *majus foliis quernis*, 387.  
 Chêne, 86, 150.  
*Chrysanthème*, 112, 172.  
   des blés, 310, 317, 321, 466.  
   du Japon, 308, 310.  
*Chrysanthemum carinatum*, 310.  
   *coronarium*, 102, 127, 321.  
   *grandiflorum*, 473.  
   *imbricatum*, 310.  
   *indicum*, 308.  
   *inodorum*, 316.  
   *inodorum plenissimum*, 231.  
   *segetum*, 127, 310, 466.

- Chrysanthemum grandiflorum*, 312, 317.  
*Chrysopogon montanus*, 283.  
 Cieslar, 516.  
*Cineraria cruenta*, 323.  
*Clarkia*, 265.  
     *elegans*, 125.  
     *pulchella*, 176.  
*Clematis vitalba*, 422.  
     *viticella nana*, 389.  
 Clusius, 387.  
*Cochlearia anglica*, 33.  
     *danica*, 33.  
     *officinalis*, 33.  
 Coco, (Noix de), 43, 53, 56, 57.  
     dispersion des, 55, 57.  
 Cocotier, 54, 56.  
 Cockerell, T. V. A., 88, 89, 375.  
*Cocos nucifera stuppea*, 54.  
     *cupuliformis*, 54.  
     *rutila*, 54.  
*Codiaeum appendiculatum*, 428.  
 Colchiques, 308.  
*Coleus*, 85.  
 Columelle, 67.  
 Composées, 83, 84, 462, 498.  
 Conifères, 107, 142, 150, 286.  
     pleureurs, 391.  
 Connation des pétales, 420.  
 « Conquête », 153.  
 Contresélection, 268.  
 Cook, 54, 56.  
 Cornacées, 430.  
 Cornu, 213.  
 Corrélacion, 92.  
*Corylus*, 85.  
     *Avellana*, 114.  
     *tubulosa*, 114.  
 Cotonnier, 464.  
 Cotylédons, variation des, 263.  
*Crambe maritima*, 394.  
*Cratægus*, 123.  
     *Oxyacantha*, 84.  
*Crepis biennis*, 259, 260.  
 Crête de coq, 104, 206, 225.  
 Croisement bisexuel, 160, 173,  
     184, 187.  
     réciproque, 175.  
     unisexuel, 160, 164.  
     de variétés (voir Hybrides).  
 Crotons, 429.  
 Crozy, 487, 488.  
 Crucifères, 140, 403.  
*Cryptomeria*, 107, 142.  
     *japonica*, 150.  
*Cucumis*, 34.  
*Cucurbita*, 34.  
 Cultivées, plantes, 43.  
     amélioration des espèces élé-  
     mentaires de, 59.  
     mélanges dans, 61, 75.  
     origine des, 58.  
*Cyclamen*, 204, 224, 398, 436.  
     papillon, 398.  
     *vernum*, 393.  
*Cypripedium caudatum*, 306.  
*Cytisus Adami*, 170.  
     *candicans Attheyanus*, 231.  
     *Laburnum*, 93, 113, 170, 178,  
     217.  
     *prostratus*, 88.  
     *prostratus ciliata*, 80.  
     *purpureus*, 178.  
     *spinescens*, 88.

## D

- Dahlia*, 151, 170, 396.  
 Cactus, 396.  
 « Jules Chrétien », 398.  
 premier double, 308.  
 « sunrise », 144.  
 tubulé, 171, 396, 489.  
 vert, 143, 144.  
*Daphne Mezereum*, 92.

- Darwin, 1, 2, 3, 4, 5, 12, 49, 55, 60, 69, 70, 114, 123, 129, 192, 205, 214, 282, 361, 383, 388, 439, 448, 454, 457, 475, 512, 529.
- Darwin Georges, 454.
- Datte, 85.
- Datura Stramonium*, 88, 90, 149, 178.
- Stramonium inermis*, 187.
- Tatula*, 88, 90, 187.
- De Bary, 25, 31, 32.
- De Candolle, 51, 54, 57, 234, 255, 394.
- Alphonse, 49, 82, 142.
- A. Pyrame, 82.
- Casimir, 420.
- De Graff, 172.
- Delphinium Ajacis*, 121.
- Demi-race, 226, 235, 258, 264, 267, 270.
- Deniau, 391.
- Descendance, théorie de la, 60, 440, 448, 452, 458, 512.
- De Serres, Olivier, 47.
- Desmodium gyrans*, 422.
- Dianthus barbatus*, 204, 412.
- variété tordue de, 258.
- Diatomées, 446.
- Dicotylédones, ancêtres des Monocotylédones, 10.
- Digitalis parviflora*, 102, 406.
- purpurea*, 303.
- Digitales, 104, 406.
- pélurie des, 104, 232.
- Dimorphisme, 279, 281, 285, 286.
- Dippe, 520.
- Dipsacus fullonum*, 254.
- sylvestris*, 254, 255.
- Dominants, caractères, 175.
- Doubles, production de fleurs, 308.
- racés (voir variétés instables), 268.
- Douce-amère, 80.
- Dubois Eugène, 455.
- Duchesne, 117, 378.
- Draba*, 442.
- verna*, 30, 32, 33, 34, 80, 326, 336, 345, 354.
- Dracocephalum moldavicum*, 265.
- Drosera anglica*, 168.
- filiformis*, 168.
- intermedia*, 168.
- obovata*, 168.
- rotundifolia*, 168.
- E
- Edelweis, 276.
- Eichler, 420.
- Election, 514.
- Elémentaire, espèce, 7, 9, 21, 42, 59, 74, 81, 130, 149, 158, 192, 271, 275, 444, 446, 504, 512, 513, 529.
- Epervière, 38.
- Epilobium*, 168.
- hirsutum*, 435.
- hirsutum cruciatum*, 373.
- montanum*, 168.
- tetragonum*, 168.
- Epinard, 100, 265.
- de Nouvelle-Zélande, 103.
- Epine-vinette, 85, 114, 169.
- d'Europe, 169.
- pourpre, 378.
- Equisetum Telmateja*, 408, 412.
- Erable lacinié, 390.
- Erica Tetralix*, 366, 421.
- Ericaceæ*, 92, 421.
- Erigeron asteroides*, 283.
- canadensis*, 84, 148, 285, 380, 443.
- Erodium*, 93.
- Erodium cicutarium album*, 102.
- Erucastrum*, 400, 406.

*Erucastrum Pollichii*, 140, 405.  
*Eryngium campestre*, 429.  
     *maritimum*, 429.  
*Erysimum cheiranthoides*, 405.  
*Erythrina*, 394.  
     *Crista-galli*, 393.  
 Escholtzias, 38.  
 Esimpler, 213.  
 Espèces :  
     caractère artificiel des, 24.  
     constance des, 442, 445.  
     croisement avec des variétés,  
       155, 176.  
     deux sortes d', 18, 21.  
     élémentaires (v. Élémentaires),  
     étude expérimentale des, 24.  
     hybrides (voir Hybrides).  
     origine des, 192, 291, 345, 353,  
       529.  
     polymorphes, 447.  
     petites (voir Élémentaires), 476.  
     sélection dans l'espèce, 476.  
     — entre espèces, 476.  
 Espèces systématiques, 8.  
     sens du mot, 8, 79.  
     survivance des, 512.  
*Eucalyptus citriodora*, 426.  
     *globulus*, 137.  
*Euonothera*, 452.  
*Euphorbia Ipecacuanha*, 35.  
 Enothère (voir *OEnothera*).  
 Evolution, 60, 139, 437, 439, 451,  
     453, 456.  
     dégressive, 139, 156, 225.  
     progression dans l', 400.  
     progressive, 139, 140, 156.  
     régression dans l', 400.  
     régressive, 139, 156.  
     rétrograde, 139, 400.  
 Extrêmes, multiplication asexuée  
 des, 473.

## F

*Fagus*, 85.  
*Fagus sylvatica pectinata*, 113.  
 Faux-Acacia, 84, 217, 392, 423.  
 Feuilles découpées, 436.  
     panachées, 269.  
*Ficaria*, 34.  
*Ficus radicans*, 275.  
     *repens*, 275.  
     *stipulata*, 275.  
     *ulmifolia*, 275.  
 Figues, 275.  
 Fluctuations, 120, 457, 460, 463,  
     472, 474.  
     courbe de, 467, 469.  
     définies, 120.  
     inaptés à expliquer l'évolution,  
       10.  
     individuelles, 460, 463, 468, 474,  
       477, 480, 505.  
     et mutation, 5, 10, 458.  
     nature des, 12.  
     partielles, 460, 462, 468, 474,  
       477, 479, 494.  
*Fougères*, 41, 269.  
 Fraisier, 100, 166, 217.  
     « Gaillon », 86.  
     « Geant of Zuidviyk », 389.  
     monophylle, 104, 378, 424.  
     à fruits blancs, 100, 105.  
*Fraxinus excelsior monophylla*.  
     424.  
     *exheterophylla*, 424.  
     *simplicifolia*, 424.  
 Frêne, 186, 216.  
     monophylle, 424.  
     pleureur, 124.  
 Fries, sur *Hieracium*.  
*Fuchsia*, 170, 224.  
 Fuchsias, 309.

## G

- Gaertner, 175.  
*Galeopsis Ladanum canescens*, 88.  
*Galium*, 412.  
   *Aparine*, 258, 412.  
   *elatum*, 34.  
   *erectum*, 34.  
   *mollugo*, 34.  
   *verum*, 412.  
 Gallesio, 88.  
 Galton, 471.  
 Gamopétalie, 422.  
 Gauchery, 285.  
 Geikie, 454.  
 Génévrier, 435.  
 Genres, caractère artificiel des, 22.  
   polymorphes, 442.  
*Gentiana punctata concolor*, 80.  
 Gentianes, 366.  
 Georgiques (Virgile), 67.  
*Geraniums pratense*, 204, 398.  
   *album*, 399.  
   *pyrenaicum*, 380.  
   *Geum*, 100, 176.  
 Gideon Peter M., 50.  
 Giroflée, 151, 204, 207, 209, 210, 211, 213, 234, 272.  
   « Brompton », 207.  
   couleur chamois, 125.  
   « Queen », 204.  
 Glaciaire, période, 444.  
*Gladiolus*, 170, 172, 490.  
   *cardinalis*, 172.  
   *Gandavensis*, 172.  
   *psittacinus*, 172.  
   *purpurea-auratus*, 172.  
*Glaucium*, 151.  
*Gleditschia sinensis*, 389.  
   *triacanthos pendula*, 391.  
*Gloxinia*, 176, 305.  
   érigé, 397.

DE VRIES.

- Gloxinia erecta*, 305.  
   variété péloriée, 305.  
*Gnaphalium Leontopodium*, 276.  
*Godetia amœna*, 102.  
 Godetias, 38, 146.  
 Godron, 166, 273.  
 Gœppert, 234.  
 Graminées, 64, 400, 433.  
 Grenade, 58.  
 Groseiller, 52, 85, 89, 396.  
   rouge, 85, 105, 151.  
*Gypsophila paniculata*, variété tordue, 259.

## H

- Hæckel, 451.  
 Hall, 280.  
 Hallet F. F., 69.  
 Haricot, 57, 96, 206, 465.  
 Harris Arthur, 529.  
 Harshberger, John W., 375.  
 Hays, W. M., sur la sélection individuelle, 13, 61, 74, 527, 528.  
*Hedysarum*, 422.  
*Hedera Helix arborea*, 275.  
 Heeger, 369.  
 Heer Oswald, 48, 67.  
 Heinricher, 109.  
*Helianthemum*, 34, 80, 277.  
   *apenninum*, 34.  
   *pilosum*, 34.  
   *polifolium*, 34.  
   *pulverulentum*, 34.  
   *vulgare*, 277.  
*Helichrysum*, 265.  
*Helwingia*, 431, 435.  
   *rusciflora*, 430.  
*Hepatica*, 204, 308.  
 Hérité, 468, 469, 525.  
   dans les Cardères, 408.  
   supports de, 401.  
*Hesperis*, 151.  
   *matronalis*, 204.

34.

- Hêtre, 84, 153.  
à feuilles découpées, 113, 124, 391.  
laciniées, 124.  
de chêne, 377.  
de fougères, 94.  
pourpres, 124, 377.  
*Heylandia latebrosa*, 283.  
*Hibiscus Moscheutos*, 375.  
*Hieracium*, 38, 276.  
*alpinum*, 444.  
Hildebrand, 102, 151.  
Hoffmann, 102, 422.  
Hofmeister, 102, 234, 302.  
Holbein, 104, 378.  
Holtermann, 283.  
*Hordeum distichum*, 431.  
*hexastichum*, 431.  
*tetrastichum*, 431.  
*trifurcatum*, 431.  
*vulgare trifurcatum*, 128.  
Hortensia, 85, 114.  
Horticulture, mutations en, 383.  
Houx, 89.  
Hurnemann John, 328.  
Hybrides, 38, 126, 130, 157.  
entre espèces élémentaires, 159.  
constants, 165, 166, 168.  
de variété, lois des, 173.  
Mendéliens, 193.  
naturels, 13.  
d'espèces, 161, 163.  
de variétés, dissociation des,  
131, 132, 155, 174, 175, 176,  
179, 184.  
Hybridation, 481, 486, 488.  
Hydrocotyle, 425.  
*Hyoscyamus niger*, 177.  
*pallidus*, 178.  
*Hypericum perforatum*, 463.  
*Hyssopus officinalis*, 103.
- I
- Iberis umbellata rosea*, 123.  
If, 87, 90.  
pyramidal, 392.  
Ipéca, 35.  
*Iris*, 109.  
*falcifolia*, 109.  
*Kaempferi*, 110.  
*pallida*, 109.  
*pallida abavia*, 434.  
Isolement, 69.
- J
- Jacinthe, 112, 204.  
Jacques, 390.  
Jacquin, 34, 402.  
Jäggi, 376.  
Jaeger, 143, 422.  
Janczewski, 166.  
*Jasminum Sambac*, 422.  
Joly, 455.  
Jordan Alexis, 29, 30, 32, 82.  
expériences de, 24, 26.  
Joubarbe, 234.  
*Juncus effusus spiralis*, 436.
- K
- Kapteyn, 458.  
Kelvin Lord, 454.  
Kerner von Marilaun, 167.  
Keteleer, 392.  
Knight, 246, 460, 461.  
Koch, 273, 424.  
Kœlreuter, 175.  
Korshinski, 386, 389, 391, 425.  
Krelage, 321, 393.  
Kuhn et Co., 519, 524.
- L
- Labiées, 148.  
pélorie des, 295, 366.  
*Lactuca*, 34.  
*Scariola*, 287.

- La Gasca Mariano, 61, 72.  
 Laitues, 287, 436.  
 Lamarck, 1, 282, 290, 329.  
 Lamarkisme, objections au, 282.  
 Lamier blanc, 149.  
*Lamium album*, 148.  
   *maculatum*, 149.  
   pélorie du, 305.  
   *purpureum*, 149.  
 Latence, 418.  
   individuelle, 137.  
   spécifique, 154.  
   systématique, 137, 138, 147.  
   de variétés, 154.  
 Latents, caractères, 136.  
*Lathyrus odoratus*, 497.  
*Laurea pinnatifida*, 283.  
 Le Brun Mme, 389.  
 Le Couteur, 61, 68, 69, 72, 73, 476.  
*Ledum*, 139, 421.  
*Lemna*, 139.  
 Lemoine, 488.  
 Lentille d'eau, 139.  
 Lierre, 275.  
 Lilas, 488.  
   double, 488.  
*Lilium candidum flore pleno*, 209.  
   *pardalium*, 73.  
 Lin, 52, 516,  
   à fleurs blanches, 100, 102.  
*Linaria*, 296.  
   *dalmatica*, 303.  
   *genistifolia*, 167.  
   *italica*, 167.  
   *vulgaris*, 168, 296.  
   *vulgaris peloria*, 292.  
 Lindley, 41, 82, 318.  
 Linnée, 21, 22, 82, 84, 422.  
   notion d'espèce de, 7, 9.  
   sur la Primevère, 34.  
*Linum angustifolium*, 52.  
   *crepitans*, 52.  
   *usitatissimum*, 52, 102.  
*Lobelia syphilitica*, 102.  
*Lonicera etrusca*, 407.  
   *tartarica nana*, 389.  
 Lorenz Chr., 303.  
 Lothelier, 286.  
*Lotus corniculatus*, 279.  
   *corniculatus hirsutus*, 88.  
 Loudon, 390, 391, 424.  
 Lutte pour la vie, 66, 75, 362, 434,  
   447, 453, 515, 529.  
 Ludwig, 473.  
 Lupin, 57.  
 Luzerne, 165.  
*Lychnis*, 177.  
   *chalcedonica*, 162.  
   *diurna*, 149, 366, 371.  
   *Preslii*, 366.  
   *vespertina*, 149, 177, 371.  
*Lycium*, 286.  
*Lycopersicum*, 416.  
   *grandifolium*, 416.  
   *latifolium* (voir *L. grandifolium*)  
   *solanopsis*, 416, 417.  
   *validum* (voir *L. solanopsis*).  
 Lyell, 1, 454.  
*Lysimachia vulgaris*, 436.

## M

- Mac Dougal, D. T., 40, 374.  
 Macfarlane, 36, 160, 168.  
   classes d'hybrides, 160.  
*Madia elegans*, 499.  
 Magnolia, 224, 270, 429.  
   *obovata*, 224, 426.  
 Magnus, 143.  
*Mahonia aquifolia*, 169.  
 Mais, 52, 57, 75, 76, 86, 177, 180,  
   496, 502, 504, 516.  
   américain, 129.  
 Arlequin, 206.  
 Cuzco, 96.  
 Européen, 130.

- Maïs « Gracillima », 96.  
 « Horse-dent », 96.  
 « Quarantino », 75.  
 sucré, 86, 100.  
 Tuscarora, 129.  
 variété stérile de, 395.
- Maronnier d'Inde, 137.  
 sans épines, 147.
- Martinet, 51.
- Massart, 273.
- Masters, 143, 234, 235.
- Matricaria chamomilla*, 83.  
*chamomilla discoïdea*, 99.
- Matricaria discoïdea*, D. C., 99.
- Mauve, 422, 436.
- Medicago media*, 166.  
*falcata*, 166.
- Melanium*, 25.
- Melon, 75.
- Mendel, 4, 132, 184, 185, 193.  
 lois de, 173, 183, 186, 187, 188,  
 193, 388, 390, 458.
- Mendélisme, 192.
- Mentha*, 33.
- Mercurialis annua*, 265.  
*annua laciniata*, 375.
- Mercuriale, 265, 268, 526.
- Méthodes de recherches, 14.
- Metzger, 129, 130.
- Milde, 25.
- Millefeuille, 278.
- Millardet, 166.
- Miller, 388.
- Millet, 67.
- Mimulus*, 96, 445.  
*quinquevulnerus*, 464.
- Miocène, période, 445.
- Miguel, 53.
- Mirabilis*, 151.  
*Jalappa*, 203.
- Mirbel, 390.
- Miroir de Vénus, 232.
- Monardella macrantha*, 280.
- Monstruosités, 253, 280, 281, 282,  
 525.
- Monocotylédones, ancêtres des, 10.  
 régression dans les, 400.
- Monotropa*, 139, 421.
- Morphologiques, unités, 94, 99.
- Morgan, théorie de la mutation, 6.
- Morelle noire, 177, 187.
- Morren, 153, 488.
- Mouron rouge, 102.
- Mufler, 96, 176, 198, 202, 203,  
 265.  
 « Black Prince », 303.  
 « Brillant », 95.  
 « Delila », 96, 123, 303.  
 « Firefly », 123.  
 « Fleshy », 96.  
 jaune, 122.  
 pélorie du, 303.  
 strié, 203.
- Müller, Fritz, 496, 499.
- Multiplication végétative, 481, 491,  
 494, 498.
- Münting Abraham, 104, 105, 308,  
 488.
- Murr, 108, 148.
- Muscari comosum*, 85.
- Museum d'Histoire Naturelle, Paris,  
 329.
- Mutabilité et variation fluctuante,  
 360.
- Mutation, 5, 289, 383, 419, 429,  
 431, 436, 437, 442, 457, 528.  
 absence d'intermédiaires dans  
 la, 298, 302, 378.  
 conditions d'observation de la,  
 378.  
 déterminée dans la graine, 18.  
 définition de, 5.  
 expérimentale, 438.  
 et fluctuation, 5, 10, 460.  
 son influence sur la variabilité,  
 311.

- Mutation, lois de la, 350, 352, 354, 359, 360.  
 limitée dans le temps, 19.  
 observation de la, 10.  
 dans l'*Oenothera*, 325, 440.  
 périodique, 440, 441, 443.  
 périodicité de, 327, 437.  
 répétition de la, 299, 390.  
 dans *Saponaria calabrica*, 388.  
 dans la Tomate, 416.
- Mutations, 90, 172, 176, 363, 386, 393, 398, 431, 436, 437, 449, 455, 457, 513.  
 artificielles, 254.  
 chances d'utilité, 379.  
 définies, 120.  
 fréquence des, 378.  
 en horticulture, 307, 383, 452.  
 latentes, 449.  
 mode d'apparition des, 325.  
 origine des, 449.  
 péloriques, 289, 451.  
 périodiques, 437, 450, 456.  
 progressives, 172, 449.  
 proportion numérique des, 300.  
 rares, 451.  
 rétrogrades, 449.  
 synonymes de, 120.
- Myosotis, 232.  
*Myosotis azorica*, 232.  
 Myrtille, 366.  
*Myrtus communis*, 436.
- N
- Nägeli, 276, 282, 509.  
 principes de, 282, 283.  
 Naudin, 75.  
 Navet, 153, 394.  
 Nénuphar, 165.  
 blanc, 445.  
 Néo-Lamarckiens, principes des, 5.  
 Néo-Lamarckisme, 282.  
*Nepenthes*, 428, 429.
- Newton, 1, 469, 491.  
 Ne, Woser-Re, roi, 67.  
*Nicandra*, 96.  
*Nigella*, 85.  
 Nielle des blés, 103, 176.  
 Noisetier, 85, 114, 153.  
 à feuilles découpées, 378, 391.  
 Nourriture, sens du mot, 469.  
 variation de, 494.  
 Noyer, 153, 391, 268.  
 à feuilles découpées, 391.  
 monophylle, 424.  
 Nutrition et croissance, 461, 462.  
*Nymphaea*, 445.
- O
- Œillet, 112, 151, 309.  
 en épi de blé, 143.  
 de poète, 203, 412.  
*Oenothera*, 161, 175, 447, 452.  
 Œnothère, 40, 128, 160, 236, 259, 267, 437, 440, 442, 446, 448, 451, 453, 455, 478, 508.  
 espèces d'Europe, 364.  
 mutation dans l', 325, 330, 371, 440, 453.  
 nouvelles espèces d', 325, 344.
- Oenothera* :
- albida*, 338, 349, 350, 356, 363.  
*biennis*, 129, 161, 162, 164, 165, 328, 330, 364, 372, 435, 440, 452.  
*biennis cruciata*, 14, 372.  
*brevistylis*, 165, 176, 332, 333, 334, 346, 356, 357, 363, 447, 450.  
*cruciata*, 371, 373, 374, 435.  
*elliptica*, 340, 343, 356.  
*gigas*, 336, 337, 349, 350, 355, 356, 358, 363, 449.  
*glauca*, 268.  
*hirtella*, 165.

*Oenothera* :

- lævifolia*, 332, 333, 346, 356, 363, 447, 450.  
*Lamarckiana*, 11, 164, 165, 329, 330, 332, 333, 336, 364, 371, 440, 446.  
*lata*, 340, 347, 348, 353, 356, 448.  
*leptocarpa*, 340.  
*muricata*, 161, 162, 164, 165, 328, 440.  
*nanella*, 332, 335, 347, 348, 350, 448.  
*oblonga*, 338, 348, 350, 354, 356, 357.  
*rubrinervis*, 336, 337, 347, 348, 350, 355, 356, 363.  
*scintillans*, 340, 342, 342, 349, 350, 356, 363.  
*semilata*, 341.  
*suaveolens*, 328.  
*Onagra*, 164, 452.  
*biennis*, 164.  
 Ognons sauvages, 436.  
 Ombellifères, 288.  
*Ononis repens*, 366.  
 Orange, 58, 85.  
 Orchidées, 400.  
 Orge, 62, 67, 85, 128, 431.  
   du Népal, 128, 430, 431, 432.  
 Origine des espèces (Darwin), 1.  
 Orme, 86, 137, 150, 269, 390.  
 Orobanche, 138.  
*Othonna crassifolia*, 279.  
 Otin, 392.  
 Oviedo, 56.

## P

- Paeonia corallina leiocarpa*, 80.  
 Paillert, 392.  
 Panachure, 269.  
 Pangènes, 192.  
 Pangénèse, 192, 439.

*Panicum*, 67.

- Papaver alpinum*, 88.  
*bracteatum*, 421.  
*bracteatum, monopetalum*, 421.  
*commutatum*, 225.  
*dubium glabrum*, 80.  
*hybridum*, 422.  
*somniferum Danebrog*, 183.  
*somniferum monstrosus*, 234.  
*somniferum polycephalum*, 234.  
 Papilionacées, 217.  
 Pâquerette, 84, 123.  
   double, 123.  
   « Hen and Chicken », 323.  
   jaune, 127.  
   « Ox-eye », 127.  
   « Shasta », 492.  
 Pavot, 93, 97, 104, 151, 225, 406, 462.  
   à opium, 57, 123, 125, 177, 183, 233, 236, 245, 247, 257, 265, 284, 462, 506.  
   pistilloïde, 233.  
   polycéphale, 319, 506.  
   « Danebrog », 178, 183.  
   « Méphisto », 178, 183.  
 Parris, 483.  
 Pearson, 458.  
*Pedicularis palustris*, 259.  
 Pédigrée, culture, 69.  
   expérimentale, 94.  
*Pelargonium*, 170, 224.  
 Pélorie, définition de la, 104.  
   origine de la Linaire péloriée, 289, 292, 299.  
   stérilité de, 294.  
 Pélorie de,  
   *Antirrhinum majus* (voir Muflier)  
   *Digitalis purpurea*, 303.  
   *Gloxinia*, 304.  
   Labiales, 305.  
   *Laburnum (Cytisus)*, 305.  
   *Lamium*, 305.

- Pélorie de,  
   *Linaria* (voir Linaire), 306.  
   *Linaria dalmatica*, 303.  
   *Linaria vulgaris*, 292.  
 Orchidées, 306.  
   *Salvia*, 305.  
   *Scrophularia nodosa*, 306.  
   *Tropaeolum majus*, 305.  
   *Uropedium Lindenii*, 306.  
*Peltaria alliacea*, 422.  
 Penzig, 405.  
 Pensée, 25, 77, 406.  
 Périodicité, lois de, 230, 232, 462.  
 Périodes de mutation, 453.  
 Persicaire amphibie, 273, 409.  
 Persil frisé, 100, 114.  
 Pervenche, 204.  
 Pétalomanie, 208.  
   *Petunia*, 309, 397.  
 Peuplier pyramidal, 395.  
   *Phacelia*, 265, 526,  
   *Phaseolus lunatus*, 376.  
   *Phaseolus multiflorus*, 127.  
     *nanus*, 127.  
   *Phleum alpinum*, 444.  
 Phlox, 146.  
   *Drummondii*, 102.  
   *Phyllonoma ruscifolia*, 430.  
 Physiologiques, unités, 92, 96,  
   156.  
   *Picris hieracioides*, 260.  
 Pied d'alouette, 79, 121, 134, 196,  
   285.  
   *Pinus sylvestris*, 232.  
 Pissenlit, 259.  
   parthénogenèse, 39.  
   variations du, 39.  
 Pistillodie des Pavots, 233.  
 Plankton, 454.  
   *Plantago*, 34.  
     *lanceolata*, 427, 436.  
 Plantain, 436.  
 Platter, 387.  
   *Plusia*, 128.  
   *Poa alpina vivipara*, 436.  
   *Podocarpus koraiana*, 107.  
   Pois, 128, 178.  
   Poires, 51, 58, 94.  
   Pois de senteur, 497.  
     sucrés, 86, 100.  
   *Polemonium caeruleum*, 176.  
     *caeruleum album*, 126.  
     *dissectum*, 102, 127.  
   *Polygala*, 151.  
   *Polygonum amphibium*, 273.  
     var. *natans*, Mœnch, 273, 274.  
     var. *terrestris*, Mœnch, 273, 274.  
     *convolvulus*, 265, 268.  
     *viviparum*, 436.  
 Polymorphisme, 119.  
 Pomme de terre, 490, 520.  
 Prunier cultivé, 85, 151, 207, 285,  
   518.  
   sauvage, 47, 49.  
   espèces élémentaires de, 75.  
   méthode de culture, 49.  
   origine des variétés cultivées,  
     47.  
   usage des Romains, 48.  
   « Wealthy », 50, 51.  
   *Populus italica*, 396.  
     *nigra*, 396.  
   *Potentilla Tormentilla*, 34.  
 Primevère, 168, 259.  
   *Primula acaulis*, 34, 402.  
     *elatior*, 34, 402, 403.  
     *grandiflora*, 168.  
     *imperialis*, 444.  
     *japonica*, 259.  
     *officinalis*, 34, 168, 402, 403.  
     *variabilis*, 168.  
     *veris*, 34, 402.  
 Prodromus (de Candolle), 234.  
 Progression, 271, 450, 495, 496,  
   498, 517.  
   dans l'évolution, 400.

Prokowitz, Em. von, 45.  
 Prototype, définition du, 108.  
 Prunier, 51, 85, 492.  
   japonais, 38.  
   à feuilles pourpres, 392.  
*Prunus*, 34.  
   *cerasifera*, 392.  
   *Mahaleb*, 391.  
   *nana*, 389.  
   *maritima*, 37.  
   *Padus*, 391.  
   *Pissardi*, 392.  
   variation dans les, 36.  
*Pyrethrum roseum*, 321.  
*Pyrola*, 139, 421.

## Q

Quartile, 471, 472, 491.  
*Quercus pedunculata fastigiata*,  
 378.  
 Quételet, loi de, 292, 458, 460,  
 464, 467, 470, 472, 479, 482,  
 491, 499, 517.  
 Quintefeuille, 34.

## R

Race (demi-race), 226, 235, 265,  
 268, 269.  
 Race moyenne, 226.  
 Races améliorées, inconstance des,  
 493, 498.  
 Raciborsky, 434.  
 Radis, 205, 517.  
   sauvage, 268.  
 Raisin, 85, 207.  
 Ramsès, 445.  
*Ranunculus*, 209.  
   *acris*, 209.  
   *arvensis*, 177.  
   *arvensis inermis*, 80.  
   *asiaticus*, 151.  
   *bulbosus*, 225, 259, 474.

*Raphanus Raphanistrum*, 127  
 268, 327.  
   *caudatus*, 127.  
 Rasor John, 373.  
 Ratzeburg, 294.  
 Raunkiaer, 39.  
 Récessif, caractère; 175.  
 Régression, 77, 400, 450, 495,  
 497, 498, 505.  
 Renoncule, 209, 225, 259, 464, 474.  
 Retour, 60, 99, 105, 107.  
   atavique, 125.  
   de bourgeon, 105, 115, 178.  
   définition du, 105.  
   de graine, 110.  
   signification du mot, 135.  
*Rhingia*, 109.  
 Rhododendron, 167, 516.  
*Rhododendron ferrugineum*, 167.  
   *hirsutum*, 167.  
   *intermedium*, 167.  
   *ponticum*, 421.  
*Ribes*, 89, 107, 141, 169, 396.  
   *aureum*, 169.  
   *grossularia*, 89.  
   *sanguineum*, 105, 169, 141.  
   *Uva-crispa*, 89.  
 Rimpau, 44, 45, 60, 63, 130, 507,  
 515, 520, 521.  
 Risler, 63, 130, 515.  
 Rivett, blé, 63.  
 Rivière, 85.  
 Riz, crown, 85.  
*Robinia Pseud'Acacia*, 84.  
   *Pseud'Acacia monophylla*, 123.  
 Robinson B. L., 374.  
 Ronce « Black », 168, 492.  
   « Brambles », 80, 153, 168, 422,  
   492.  
   « Dew », 168.  
   « Raps », 168, 492.  
   « Phenomenal », 168.  
   « Primus », 168.

- Rose, 80, 96, 112, 146.  
 Roses mousseuses, 398.  
 Rose J., 387.  
 Rose Trémière, 123.  
 Rosen, 25, 31.  
 Rossolis, 168.  
 Rothamstead, 65.  
*Rubia tinctorium*, 259,  
*Rubus flexuosus*, 422.  
   *fruticosus*, 168.  
   *Idaeus*, 168.  
   *odoratus*, 422.  
 Rudberg, 293.  
*Rumex scutatus*, 88.  
*Ruscus*, 430.
- S
- Sagina apetala*, 34.  
   *patula*, 34.  
*Sagittaria japonica*, 427.  
*Salix alba*, 167.  
   *Ehrhartiana*, 167.  
   *pentandra*, 167.  
*Salpiglossis sinuata*, 394.  
 Salter. Bell., 168.  
*Salvia*, 102, 305.  
   pélurie de la, 306.  
   *pratensis*, 102.  
*Sambucus niger laciniata*, 391.  
   *racemosa laciniata*, 391.  
*Saponaria calabrica*, 388.  
   *officinalis*, 258, 422.  
*Sarracenia*, 427.  
 Saule, 86, 167.  
   pleureur, 114.  
*Saxifraga crassifolia*, 231.  
   *umbrosa*, 85.  
 Saxifrage, 231.  
 Scabieuse, 323.  
 Schimper, 422.  
 Schimper (Braun et), 310, 472.  
 Schindler, 45.  
 Schlanstedt, 520, 528.
- Schübeler, 516.  
*Scirpus lacustris*, 436.  
*Scrophularia nodosa*, pélurie de,  
 306.  
 Seden, 171.  
*Sedum*, 104.  
 Seigle, 67, 259, 285, 520, 522, 527.  
 Sekera, 366.  
 Sélection, 57, 69, 71, 73, 246, 251,  
 476, 481, 505, 506, 509, 511,  
 512, 513, 522, 528.  
   artificielle, 12, 46, 50, 60, 61,  
 476, 512.  
   continue, 498, 501, 503, 509,  
 515, 528.  
   double sens de la, 69, 70.  
   individuelle, 513.  
   intra-spécifique, 474, 477, 479,  
 513, 528.  
   naturelle, 12, 75, 76, 280, 287,  
 434, 442, 449, 476, 512, 529.  
   répétée (voir continue).  
*Sempervivum tectorum*, 233.  
*Senecio Jacobæa*, 100.  
   *vulgaris*, 84.  
 « Sereh », 484.  
 Séries de Brown et Schimper, 311.  
 Seringe, 329.  
*Setaria*, 67.  
 Shireff, Patrick, 68, 476.  
*Silene annulata*, 422.  
   *Armeria*, 102, 146, 176.  
   *rosea*, 103.  
   *conica*, 265.  
   *connoidea*, 265.  
*Sisymbrium*, 404.  
   *hirsutum*, 404.  
   *officinalis*, 404.  
   *supinum*, 404.  
*Sium latifolium*, 287.  
 Smith, 424.  
*Solanum*, 416, 436.  
   *Dulcamara tomentosum*, 80.

- Solanum nigrum chlorocarpum*, 187.  
 Solms-Laubach, 66, 68, 369, 370.  
 Soltwedel, 483.  
*Sophora japonica pendula*, 391.  
     *japonica*, 86.  
*Sorbus aucuparia*, 216.  
 Spécifiques, origine des caractères, 172.  
 Späth, 392.  
*Spergularia media*, 34.  
     *salina*, 34.  
 Sport, 70, 195, 200 (voir variation brusque).  
 Sports, 120, 439, 457.  
     de bourgeons, 269.  
 Sprenger, 387.  
 Stahl; 387.  
*Stellaria Holostea apetala*, 371.  
 Strasburger, 123, 282.  
 Striées, fleurs, 195, 271, 384.  
     types de races, 207.  
 Saint-Sébastien, 104.  
 Survivance du plus apte, 529.  
 Syncotylie, 263, 268.  
*Syringa vulgaris azurea plena*, 488.  
 Systématiques, espèces, nature des, 8, 35, 41.  
 Systématiques, unités, 40, 58.
- T
- Tagetes signata*, 388.  
 « Talavera de Bellevue », 61.  
*Tanacetum vulgare*, 84.  
 Tanaisie, 84, 148.  
*Taraxacum*, 80.  
     *officinale*, 38, 259.  
*Taxus*, 86.  
     *baccata*, 107.  
     *baccata fastigiata*, 107, 392.  
     *minor*, 107.  
 Terre, âge de la, 454.
- Tetragonia expansa*, 103.  
 Théâtre d'Agriculture, 47.  
 Thibault, 392.  
 Thomson, sir William (voir Lord Kelvin).  
*Thrinicia hirta*, 259.  
 Thuret, 25, 30, 32.  
 Thym blanc, 126.  
*Thymus serpyllum album*, 126.  
     *vulgaris*, 366.  
*Tilia parvifolia*, 224, 426.  
 Tilleul, 93, 224, 230, 270, 426.  
 Tomates, 416.  
     « Acmé », 417, 657.  
     « Mikado », 416.  
     mutation des, 416.  
 Tomate « Upright », 416.  
 Tournefort, auteur de genres, 22.  
 Tracy, W. W., 376.  
 Trèfle, 52, 65, 429.  
     blanc, 85, 231.  
     écarlate, 222, 226, 227.  
     rouge, 148, 177.  
     à cinq feuilles, 215, 228, 236, 272, 320, 505.  
     à quatre feuilles, 215, 219, 223.  
 Tricotylie, 263, 265, 526.  
*Trifolium incarnatum*, 223.  
*Triticum dicoccum*, 67.  
*Tropæolum*, 121, 425.  
     *majus*, pélorie, 305.  
 Tulipes, 95, 112, 171, 204.  
     noires, 393.  
 Tordues, tiges, 254, 261.  
     atavistes des variétés, 257.
- U
- Ulex europæus*, 89, 136.  
*Ulmus pedunculata*, 390.  
     *pedunculata urticæfolia*, 390.  
*Umbilicus*, 426.  
 Unités spécifiques, 149, 192, 197, 419, 439, 457.

Urban, 166.

*Uropedium Lindenii*, 306.

Utilité, 286, 463.

*Utricularia*, 427.

## V

*Vaccinium Myrtillus*, 366.

Valériane tordue, 254, 258, 412.

*Valeriana officinalis*, 254.

*Vallisneria*, 436.

Van den Berg, 396.

Van de Water, 389.

Van Mons, 49, 50, 517.

Variation (voir aussi Fluctuations et Mutations), 119, 120.

analogues, 154.

asexuelle, 200.

corrélative, 90, 91, 95.

définition de la, 119.

embryonnaire, 493, 523.

fluctuante, 41, 91, 120, 146, 237, 263, 286, 445, 485, 487, 488, 493, 505, 516.

homologue, 154.

individuelle (voir aussi fluctuante), 120, 459, 460, 478, 493, 522.

influence de la mutation sur la, 211.

nutrition et, 211, 246, 247, 460, 494.

parallèle, 152.

partielle, 277, 279, 461, 479, 480, 483, 505, 522, 524.

répétée, 152.

restreinte, 379.

sectoriale, 201.

sexuelle, 202.

sources de, 472.

Variation :

de bourgeon, 110, 112, 113, 198, 214, 268, 480.

de graines, 480.

Variation :

des plantes cultivées, 43.

spontanées, 120.

usage du mot, 119.

Variétés, 50, 60, 81, 84, 90.

constance des, 335.

constantes, 87.

croisement d'espèces et de, 155, 174, 175, 176.

dégressives, 140.

doubles ou *ewer-sporting*, 112,

195, 196, 202, 203, 207, 210,

221, 226, 230, 232, 252, 261,

265, 271, 280, 384, 398, 474,

506, 509.

fasciées (voir Tiges fasciées).

fastigiées, 392, 394.

groupes de, 384.

horticoles, 384, 385.

hybrides, 78, 120, 385.

hybrides de, 132, 159.

instables (voir aussi doubles ou *ewer-sporting*), 86, 98, 103, 385.

négatives (voir régressives), 84,

86, 140, 149, 154, 174.

positives ou progressives, 84,

86, 140, 149, 153.

pures, 78, 120.

régressives, 9, 10, 61, 77, 131, 271, 385.

de semis, 78.

stabilité des, 130.

stériles, 395.

types de, 90.

végétatives, 78.

Variété, 83.

définition de la, 7, 8.

et espèces élémentaires, 90, 96, 140, 154, 155, 157.

épreuve de la, 62, 73, 74, 476, 512, 528.

origine de, 90, 97, 140.

- Variété, usage du mot, 119, 274.  
 Varron, 67.  
 Veitch et Sons, 171.  
 Verlot, 118, 388.  
 Vernon, 84.  
*Veronica cinerea*, 283.  
   *longifolia*, 176.  
   *scutellata*, 88.  
   *spicata nitens*, 80.  
 Verticilles ternés, 435.  
*Viburnum Opulus*, 85, 150.  
 Vicinisme, 117, 119, 122, 135, 386.  
   définition du, 119, 121, 386.  
 Vicinistes, 125.  
*Vicoa auriculata*, 283.  
*Victoria regia*, 425.  
 Villars sur *Drabra verna*, 32.  
 Vilmorin, 361, 385, 388, 394, 421,  
   495, 508, 511, 518, 519, 526.  
 Vilmorin, Louis de, 46, 59, 60, 69,  
   117.  
 Vilmorin, MM. de, 203.  
*Vinca*, 151, 308.  
   *minor*, 204.  
*Viola*, 80, 344, 345, 442.  
   *agrestis*, 29.  
   *alpestris*, 26.  
   *altaica*, 25.  
   *ammotropa*, 27.  
   *anopetala*, 29.  
   *arvensis*, 26, 27, 29.  
   *aurobadia*, 28.  
   *coniophila*, 27.  
   *curtisepala*, 30.  
   *striolata*, 30.  
   *calcarata*, 25.  
   *cornuta*, 25, 176.  
   *genuina*, 28.  
   *lutea*, 25.  
   *lutescens*, 29.  
   *nemausensis*, 29.  
   *ornatissima*, 28.  
*Viola palescens*, 29.  
   *patens*, 30.  
   *roseola*, 29.  
   *segetalis*, 29.  
   *stenochila*, 27.  
   *tricolor*, 25, 26, 27, 29, 30.  
   *versicolor*, 28.  
 Violettes, 41, 146, 308.  
 Viorne, 85, 150.  
 Virgile, 67, 68.  
*Viscaria oculata*, 412.  
 Volckamer, 143.  
 Von Lochow, 527.  
 Von Rümker, 60.  
 Von Wettstein, 282, 516.  
 Vrolik, 104, 304.
- W
- Waare Oeffeninge der Planten*  
 (Münting), 308.  
 Wallace, 4, 5, 19, 129.  
 Weber, 143.  
*Wellingtonia*, 392.  
 White C. A., 417.  
 Willdenow, 294, 425.  
 Williamson, 309.  
 Wittmack, 434.  
 Wittrock, 25, 26, 27.  
 Wooton E. O., 88.
- X
- Xanthium canadense*, 88.  
   *commune*, 89, 96.  
   *commune Wootoni*, 14.  
   *Wootoni*, 88, 96, 375.
- Z
- Zea Mays cryptosperma*, 407.  
   *tunicata*, 407.  
 Zinnia, 308.  
 Zioberg, 293.  
 Zocher et C<sup>o</sup>, 144.



OCTOBRE 1908

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

Paris, 6<sup>e</sup>. — 108, boulevard Saint-Germain. — Paris, 6<sup>e</sup>

*Bibliothèque*  
*Scientifique Internationale*

Publiée sous la direction de M. Émile AGLAVE

Beaux ouvrages in-8°, la plupart illustrés, cartonnés à l'anglaise, à 6, 9 et 12 fr.

CENT ONZE VOLUMES PARUS

*Derniers Volumes publiés :*

- Espèces et variétés, par H. DE VRIES. Trad. de l'all. par E. Blaringhem, chargé de cours à la Sorbonne. Préf de M. le prof A. Giard, de l'Institut. 1 vol. . . . 12 fr.
- L'Évolution de la vie, par CHARLTON BASTIAN. Traduit de l'anglais par H. de Varigny. 4 vol. avec gravures et planches . . . . . 6 fr.
- La dynamique des phénomènes de la vie, par J. LOEB. Traduit de l'allemand par MM. Daudin et Schaeffer. Préface de M. le professeur A. Giard, de l'Institut. 1 vol. avec figures. . . . . 9 fr.
- Le rôle sociologique de la guerre et le sentiment national, par le capitaine CONSTANTIN. Suiivi de la traduction de *La guerre, moyen de sélection collective*, par le professeur STEINMETZ. 1 vol. . . . . 6 fr.
- Parasitisme et mutualisme dans la nature, par L. LALOY. Préface de M. le professeur A. Giard, de l'Institut. 1 vol. in-8, avec 82 gravures. . . . . 6 fr.
- Le Transformisme appliqué à l'agriculture, par J. COSTANTIN, professeur au Muséum. 1 vol. in-8, avec 105 gravures. . . . . 6 fr.
- Physiologie de la Lecture et de l'Écriture, par le Dr E. JAVAL, membre de l'Académie de médecine de Paris. 4 vol. in-8 avec figures. 2<sup>e</sup> édition . . . 6 fr.
- L'Évolution inorganique expliquée par l'analyse spectrale, par Sir NORMAN LOCKYER. Traduit de l'anglais par E. d'Hooghe. 1 vol. in-8 avec figures . . . 6 fr.
- Latins et Anglo-Saxons. Races supérieures et races inférieures, par N. COLAJANNI, professeur à l'Université de Naples. Trad. de l'italien par E. Dubois. 4 vol. in-8. . . . . 9 fr.
- Les lois naturelles, *Réflexions d'un biologiste sur les sciences*, par FÉLIX LE DANTEC, chargé du cours d'embryologie générale à la Sorbonne. 1 vol. in-8 avec fig. . . 6 fr.

Liste des Volumes par ordre de matières

I. — SCIENCES SOCIALES

- Principes de colonisation, par J.-L. DE LANESSAN, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, ancien gouverneur général de l'Indo-Chine, député. 1 vol. in-8. . . . . 6 fr.
- M. de Lanéssan a résumé dans ce livre les leçons de son expérience. Les *Principes de colonisation* étudient, exposent et résolvent, sans en laisser un seul dans l'ombre,

ENVOI FRANCO CONTRE TIMBRES OU MANDAT-POSTE

SCD Lyon 1

tous les problèmes si complexes soulevés par la colonisation moderne. Les premières migrations des hommes à travers le monde, l'expansion des races européennes au delà des mers, la substitution des races par le métissage, la colonisation par la propagande religieuse, la conduite à tenir envers les indigènes, envers les autorités locales, envers les colons, la défense militaire et maritime des colonies, les pouvoirs des gouverneurs, et mille autres questions y sont traitées à un point de vue tout moderne. C'est un livre de doctrine appuyé sur des faits observés et vécus.

**Introduction à la science sociale**, par HERBERT SPENCER. 1 vol. in-8, 13<sup>e</sup> éd. 6 fr.

L'auteur démontre d'abord la nécessité de cette science et en étudie la nature. Il présume ensuite celui qui veut se livrer à cette étude contre les difficultés qu'elle présente : difficultés objectives, difficultés subjectives, intellectuelles et émotionnelles. Ces dernières sont développées dans les chapitres intitulés : Préjugés de l'éducation, préjugés du patriotisme, préjugés de classes, préjugés politiques, préjugés théologiques.

Enfin il indique la discipline à observer dans la science sociale et montre comment les études biologiques et psychologiques en sont la préface nécessaire.

**Les bases de la morale évolutionniste**, par HERBERT SPENCER. 1 vol. in-8, 6<sup>e</sup> éd. . . . . 6 fr.

Le changement que promet ou menace de produire parmi nous la sécularisation de la morale, désiré ou craint, fait de rapides progrès : ceux qui croient possible et nécessaire de remplir le vide sont donc appelés à agir en conformité avec leur foi. C'est cette pensée qui décida le célèbre philosophe anglais à détacher de ses *Etudes sociologiques* ce travail dans lequel il montre la base scientifique des principes du bien et du mal qui dirigent la conduite des hommes.

**Les conflits de la science et de la religion**, par DRAPER, professeur à l'Université de New-York. 1 vol. in-8, 11<sup>e</sup> éd. . . . . 6 fr.

L'histoire de la science n'est pas seulement l'histoire de ses découvertes, c'est encore celle du conflit existant entre ces deux puissances contraires : d'une part, la force expansive de l'intelligence humaine ; d'autre part, la compression exercée par la foi traditionnelle et par les intérêts humains. Personne, avant Draper, n'avait traité le sujet à ce point de vue où il apparaît comme un événement actuel on ne peut plus important.

**Lois scientifiques du développement des nations**, dans leurs rapports avec les principes de l'hérédité et de la sélection naturelle, par W. BAGEHOT. 1 vol. in-8, 6<sup>e</sup> éd. . . . . 6 fr.

L'auteur a cru pouvoir utilement montrer comment, sur un ou deux points, les idées nouvelles travaillent à modifier deux vieilles sciences, la politique et l'économie politique. Si sur ce point les idées sont encore un peu incomplètes, c'est que le sujet est nouveau ; du moins, l'auteur met sur la voie de quelques conclusions et montre ainsi, en admettant qu'il ne le fasse pas lui-même, ce qui devrait être fait.

**L'évolution des mondes et des sociétés**, par F.-C. DREYFUS. 1 vol. in-8, 3<sup>e</sup> éd. . . . . 6 fr.

L'évolution, que les progrès des sciences naturelles ont établie sur une base inébranlable, a renouvelé la conception générale de l'univers physique et social ; elle a mis en lumière le trait d'union entre le présent et le passé, et, en joignant le point de vue dogmatique au point de vue historique, elle a démontré l'enchaînement des époques successives que l'on considérait jusqu'ici comme n'ayant entre elles aucun rapport immédiat.

**Histoire de l'habillement et de la parure**, par L. BOURDEAU. 1 vol. in-8. 6 fr.

L'auteur montre comment l'industrie du vêtement et de la parure, qui pourvoit à de si grands besoins chez l'homme, et qui, en raison de son importance générale, constitue une des principales occupations de l'activité humaine, est parvenue, par une évolution continue durant tout le cours de la civilisation, à réaliser un aussi vaste programme. Suivant l'ordre même des faits, M. Bourdeau étudie la préparation des peaux, celle des textiles, leur conversion en fils, le tissage des étoffes, la teinture et l'impression des tissus, enfin la confection des vêtements.

**La science de l'éducation**, par ALEX. BAIN, professeur à l'Université d'Aberdeen (Ecosse). 1 vol. in-8, 10<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Dans une première partie, M. Bain examine la nature de l'éducation et ses rapports avec la physiologie, l'éducation de l'intelligence, des sens, de la mémoire et de l'imagination, la discipline. La seconde partie est consacrée aux méthodes que l'auteur étudie dans toutes les sciences et dans les différentes branches de l'éducation littéraire. Enfin, dans une troisième partie, M. A. Bain trace le plan complet d'une *éducation moderne* en rapport avec les conditions particulières des sociétés contemporaines.

**La vie du langage**, par WHITNEY, professeur de philosophie comparée à Yale-College, Boston (Etats-Unis). 1 vol. in-8, 4<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Les linguistes ont longtemps différé d'opinions sur la question de savoir si l'étude du langage est une branche de la physique ou de l'histoire. Ce différend est à peu près réglé maintenant : toute matière dans laquelle les circonstances, les habitudes et les actes des hommes constituent un élément prédominant, ne peut être que le sujet d'une science historique ou morale. C'est à ce point de vue que l'auteur s'est placé pour étudier la vie du langage.

**Le rôle sociologique de la guerre et le sentiment national**, par le capitaine A. CONSTANTIN. Suivi de *La guerre, moyen de sélection collective*, par le D<sup>r</sup> STEINMETZ, trad. de l'allemand. 1 vol. in-8. . . . . 6 fr.

La guerre reste actuellement la seule solution possible aux différends aigus. Exigeant un grand nombre de victimes, elle est souvent une cause de sélection progressive. Cette thèse du capitaine Constantin appuyée sur l'étude du cas concret de la France, se rattache étroitement à celle du D<sup>r</sup> Steinmetz exposée dans un opuscule imprimé à la suite du travail de cet officier. Selon le sociologue hollandais, pour que l'humanité ne retombe pas dans une sorte de barbarie morale, il est indispensable que les nations puissent recourir à la guerre, mode essentiel de la sélection collective, la seule qui développe les penchants altruistes.

## II. — PHILOSOPHIE SCIENTIFIQUE

**Les maladies de l'orientation et de l'équilibre**, par le D<sup>r</sup> GRASSET, professeur de clinique médicale à l'Université de Montpellier, associé national de l'Académie de médecine. 1 vol. in-8, avec gravures. . . . . 6 fr.

C'est l'étude *physiopathologique de l'appareil nerveux de l'équilibration* chez l'homme que M. Grasset a voulu faire. Il s'est efforcé d'expliquer par l'anatomophysiologie de cet appareil complexe les symptômes, nombreux et variés, que l'on rencontre fréquemment au lit du malade (vertiges, ataxies, troubles du sens musculaire...). Il a écrit ainsi, pour la première fois, un chapitre de neuropathologie et de neuroséméiologie particulièrement intéressant.

**L'audition et ses organes**, par le D<sup>r</sup> GELLÉ, membre de la Société de biologie. 1 vol. in-8, avec 70 gravures dans le texte. . . . . 6 fr.

Les *sourds* ont toujours été un sujet d'observations aussi intéressant pour les philosophes et les savants que curieux pour les gens du monde. Dans cet ouvrage, l'auteur examine successivement les caractères des vibrations sonores et les organes auditifs. Puis il arrive aux sensations auditives qu'il étudie dans toutes leurs variétés, dans leurs formes normales et dans leurs déformations morbides, si curieuses pour le public et si intéressantes pour ceux qui étudient les maladies de l'oreille. De nombreuses illustrations permettent de suivre les descriptions et reproduisent les phénomènes les plus importants. La signature dit ce que vaut l'œuvre, la richesse des matériaux qui y sont accumulés et le soin avec lequel ils ont été triés. (Mercure de France.)

**L'évolution régressive en biologie et en sociologie**, par MM. DEMOOR, MASSART et VANDERVELDE, professeurs à l'Université de Bruxelles. 1 vol. in-8, avec 84 gravures dans le texte. . . . . 6 fr.

Les analogies qui existent, au point de vue de l'évolution, entre la biologie et la sociologie, résultent de ce que l'évolution des sociétés, aussi bien que des organismes, est le concours des deux facteurs : *la ressemblance* et *l'adaptation*. Sans pousser jusqu'à l'exagération l'assimilation entre les organismes sociaux et les organismes végétaux ou animaux, MM. Demoor, Massart et Vandervelde ont réussi à découvrir des analogies très curieuses dans l'étude de la régression dans ces trois ordres de phénomènes.

**L'esprit et le corps**, considérés au point de vue de leurs relations ; suivi d'études sur les *Erreurs généralement répandues au sujet de l'esprit*, par ALEX. BAIN, professeur à l'Université d'Aberdeen (Ecosse). 1 vol. in-8, 6<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Dans cet ouvrage, M. Bain examine le grand problème de l'âme, surtout au point de vue de son action sur le corps. Il fait l'histoire de toutes les théories émises sur la nature de l'âme et sur la nature du lien qui peut l'unir au corps. Il étudie ensuite les sentiments, l'intelligence et la volonté, ce qui lui donne l'occasion d'exposer des vues fort originales, et il est conduit à indiquer une solution nouvelle du grand problème qu'il a abordé.

**Les illusions des sens et de l'esprit**, par JAMES SULLY. 1 vol. in-8, 3<sup>e</sup> édit. 6 fr.

Cette étude embrasse le vaste domaine de l'erreur. L'auteur s'est constamment tenu au point de vue strictement scientifique, c'est-à-dire à la description, à la classification des erreurs reconnues telles, qu'il explique en les rapportant à leurs conditions psychiques et physiques. C'est ainsi qu'après les illusions de la perception, il étudie celles des rêves, de l'introspection, de la pénétration, de la croyance, de l'amour-propre, de l'attente, de la mémoire, les erreurs de l'esthétique et de la poésie, etc.

**Le magnétisme animal**, par MM. ALFRED BINET, directeur du laboratoire de psychologie physiologique de la Sorbonne, et CH. FÉRÉ, médecin de Bicêtre. 1 vol. in-8, 4<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Les auteurs de ce livre sont deux des élèves de M. le professeur Charcot; ils furent ses collaborateurs les plus assidus, et ont pu expérimenter toutes les méthodes de magnétisme, reproduire toutes les expériences relatées par les magnétiseurs et les soumettre à une analyse critique et sévère.

**Les altérations de la personnalité**, par ALFRED BINET, directeur du laboratoire de psychologie physiologique de la Sorbonne. 1 vol. in-8, avec fig., 2<sup>e</sup> éd. 6 fr.

M. Binet montre que le fameux *moi* indivisible de la vieille philosophie peut se dédoubler en plusieurs personnalités coexistantes ou successives parfaitement distinctes, en un mot qu'un même homme peut être à la fois plusieurs personnes. Ces faits extraordinaires, constatés scientifiquement, conduisent M. Binet à expliquer d'une manière naturelle des faits réputés miracles ou impostures, comme les phénomènes du spiritisme.

**Le cerveau et la pensée chez l'homme et chez les animaux**, par CHARLTON BASTIAN, prof. à l'Univ. de Londres. 2 vol. in-8, avec 184 gravures, 2<sup>e</sup> édit. 12 fr.

M. Charlton Bastian examine successivement les différentes classes d'animaux, avant d'arriver au cerveau de l'homme, et montre la gradation de toutes les fonctions intellectuelles, au fur et à mesure qu'on monte dans l'échelle animale. Les chapitres consacrés aux singes supérieurs et à l'homme sont très curieux; dans l'intelligence humaine, l'auteur a fait une grande place à l'examen de toutes les déviations intellectuelles, et cite un grand nombre d'observations qui ne sont pas des moindres attraits du livre.

**Théorie scientifique de la sensibilité**, par LÉON DUMONT. 1 vol. in-8, 4<sup>e</sup> éd. 6 fr.

Dans une première partie, l'auteur s'occupe de l'analyse générale, et passe en revue les théories sur le plaisir et la peine; il examine le caractère essentiel de ces deux affections, ainsi que leur relativité.

Dans la seconde division, M. Dumont aborde la synthèse particulière; il classe les émotions, distingue les plaisirs et les peines en plaisirs et peines positifs et plaisirs et peines négatifs. Il traite de l'expression de l'émotion chez l'homme et les animaux, de la contagion des émotions, de l'influence des émotions sur la volonté, et termine par une intéressante étude sur la production volontaire des causes de plaisir et, en particulier, sur l'art.

**Le crime et la folie**, par H. MAUDSLEY, professeur à l'Université de Londres. 1 vol. in-8, 7<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

L'auteur procède à une démarcation précise de la zone mitoyenne entre la santé et l'insanité; puis il traite des diverses formes de l'aliénation mentale, des rapports de la loi et de la folie, de la folie partielle, de la folie épileptique et de la folie sénile. Il termine sa savante étude par une détermination nette des moyens qui permettent de se préserver de la folie. Il montre les pernicieux effets de l'intempérance, et préconise une éducation solide, doublée de croyances fortes et éclairées.

## III. — PHYSIOLOGIE

**La dynamique des phénomènes de la vie**, par J. LOEB, professeur de physiologie à l'Université de Berkeley. Traduit de l'allemand par MM. Daudin et Schaeffer. Préface de M. le prof. GIARD, de l'Institut. 1 vol. in-8 avec fig. 9 fr.

L'ouvrage présenté au public par le grand biologiste américain Jacques Loeb, si connu dans le monde savant depuis ses belles recherches sur la parthénogénèse expérimentale, n'est pas un ouvrage de spéculation philosophique. C'est un essai pour grouper en un corps de doctrines les résultats apportés par l'application des méthodes et des conceptions physico-chimiques aux sciences biologiques; à côté des ouvrages écrits par des philosophes ou des naturalistes empruntant plus spécialement leurs conclusions aux travaux d'ordre morphologique, il y avait place pour une telle œuvre due avant tout à un expérimentateur.

**L'Évolution de la vie**, par CHARLTON BASTIAN. Traduit de l'anglais par H. de Varigny. 1 vol. in-8, avec gravures et planches hors texte . . . . . 6 fr.

Dans ce volume, M. Charlton Bastian, l'ancien antagoniste de Pasteur, essaye de ressusciter les débats de la génération spontanée. M. Charlton Bastian montre que dans les solutions qui ont été stérilisées des êtres vivants apparaissent. Et cette genèse de la vie pourrait bien, d'après l'auteur anglais, avoir quelque chose à faire avec notre pathologie.

**Les lois naturelles. Réflexions d'un biologiste sur les sciences**, par F. LE DAN TEC, chargé du cours d'embryologie générale à la Sorbonne. 1 vol. in-8, avec fig. 6 fr.

*Les cantons sensoriels et le monisme, les sciences du canton optique, les autres cantons, les explications, la place de la biologie dans les sciences*, tels sont les titres des différents chapitres au cours desquels l'auteur démontre que les prétendues qualités de l'activité extérieure tiennent seulement à la place qu'occupent les phénomènes vitaux par rapport aux divers modes d'activité du monde ambiant. Selon lui, la science est humaine et permet à l'homme de prévoir des parties de l'avenir et de construire des machines. Toutes les questions métaphysiques qui se posent dans la cervelle des hommes de science peuvent être évitées par eux s'ils ont sans cesse présente à l'esprit la nature même de leur esprit.

**Physiologie de la lecture et de l'écriture**, par M. le Docteur E. JAVAL, membre de l'Académie de médecine. 1 vol. in-8 avec 96 figures. 2<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Ce livre étant destiné au grand public, le savant physiologiste a dû s'efforcer de rendre abordables les notions théoriques sur lesquelles il fonde ses démonstrations, et il y a pleinement réussi : les chapitres qu'il consacre à l'optique de l'œil et au mécanisme soit de la lecture, soit de l'écriture, sont d'une lecture facile et même attrayante.

Le chapitre le plus curieux du livre est celui où il est traité de la forme du caractère typographique; l'auteur cherche et trouve le moyen de produire des impressions lisibles à l'aide de très petites dimensions : la planche où sont réunis des caractères de un, deux et trois points est une vraie merveille.

**Les virus**, par le D<sup>r</sup> ARLOING, membre correspondant de l'Institut, directeur de l'École vétérinaire et professeur à la Faculté de médecine de Lyon. 1 vol. in-8, avec 47 gravures dans le texte. . . . . 6 fr.

M. Arloing étudie l'organisme dans la lutte avec les microbes; il montre le malade succombant ou résistant et acquérant alors d'ordinaire une immunité spéciale contre le retour du mal qui l'a touché une première fois. Il étudie ensuite les différents moyens de produire chez l'homme cette immunité contre les terribles maladies qui sont le fléau de notre espèce, depuis la variole jusqu'à la rage et à la phthisie. Il termine par une critique des travaux de Koch sur la fameuse lymphé préservatrice de la tuberculose qui a tant passionné le monde.

**Les sensations internes**, par H. BEAUNIS, professeur de physiologie à la Faculté de médecine de Nancy. 1 vol. in-8. . . . . 6 fr.

Sous ce nom, l'auteur comprend toutes les sensations qui arrivent à la conscience par une autre voie que les cinq sens spéciaux. Il est ainsi amené à examiner les manifestations suivantes : la *sensibilité organique*, c'est-à-dire la sensibilité des tissus et organes, à l'exclusion des organes des sens; les *besoins* (besoins d'activité musculaire

ou psychique, des fonctions digestives, de sommeil, de repos, etc.); *les sensations fonctionnelles* (respiratoires, circulatoires, etc.); *le sentiment de l'existence; les sensations émotionnelles*; les sensations de nature indéterminée, comme le sens de l'orientation, de la pensée, de la durée; *la douleur et le plaisir.*

**Les exercices physiques et le développement intellectuel**, par A. MOSSO, prof. à l'Univ. de Turin; trad. de l'italien par *Claudius Jacquet*. 1 vol. in-8. 6 fr.

M. Mosso montre dans son livre le moyen d'élever parallèlement le corps et l'esprit; *l'éducation physique des Romains et de la jeunesse italique, l'agonistique moderne, l'œuvre du gouvernement, l'art d'élever, l'éducation physique dans l'Université, la démocratie et l'éducation physique, l'éducation moderne des femmes*, tels sont les titres des différents chapitres au cours desquels M. Mosso montre la nécessité de combiner les deux cultures, afin d'obtenir des êtres moralement et physiquement solides, capables de résister aux nécessités de l'heure présente.

**Physiologie des exercices du corps**, par le docteur FERNAND LAGRANGE, lauréat de l'Institut. 1 vol. in-8, 9<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

M. Lagrange examine avec de très grands détails le travail musculaire, la fatigue, la cause de l'essoufflement, de la courbature, le surmenage, l'accoutumance au travail, l'entraînement, les différents exercices et leurs influences, les exercices qui déforment et ne déforment pas le corps, le rôle du cerveau dans l'exercice, l'automatisme. Certains chapitres sur les dépôts uratiques, sur le rôle du travail musculaire dans la production des sédiments, sont très fouillés. M. Lagrange a observé par lui-même, et l'on voit qu'il s'est rendu maître d'un sujet peu exploré et difficile. Tous les faibles, les débilités par l'air et la vie des grandes villes, ont intérêt à méditer cet excellent traité de physiologie spéciale.

(Les Débats.)

**Les sens**, par BERNSTEIN, professeur à l'Université de Halle. 1 vol. in-8, avec 91 grav. dans le texte, 5<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Cet ouvrage est divisé en quatre livres : le premier est consacré au sens du toucher sous ses différentes formes; le second, consacré au sens de la vue, contient une étude détaillée de la constitution et du fonctionnement de l'œil et de toutes les maladies qu'il peut subir; le troisième traite du sens de l'ouïe et le quatrième termine l'ouvrage par l'étude de l'odorat et du goût.

**Les organes de la parole et leur emploi pour la formation des sons du langage**, par H. DE MEYER, professeur à l'Université de Zurich; traduit de l'allemand et précédé d'une introduction sur *l'Enseignement de la parole aux sourds-muets*, par M. O. CLAVEAU, inspecteur général des établissements de bienfaisance. 1 vol. in-8, avec 51 gravures dans le texte. . . . . 6 fr.

L'étude de la structure et des dispositions des organes de la parole s'impose aux philosophes avec un caractère de nécessité qui devient de jour en jour plus marqué; chaque jour, en effet, on voit s'affermir cette conviction qu'une intelligence exacte des lois relatives à la modification des éléments du langage ne peut s'acquérir sans le secours des lois physiologiques de la production des sons.

**La physionomie et l'expression des sentiments**, par P. MANTEGAZZA, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Florence. 1 vol. in-8, avec gravures et 8 planches hors texte, 3<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Ce livre est une page de psychologie, une étude sur le visage et sur la mimique humaine. L'auteur s'est donné pour tâche de séparer nettement les observations positives de toutes les divinations hardies qui ont jusqu'ici encombré la voie de ces études.

Scientifique dans le fond, l'ouvrage de M. Mantegazza est cependant d'une lecture agréable; le psychologue et l'artiste y trouveront beaucoup de faits nouveaux et des interprétations ingénieuses d'observations que chacun pourra vérifier.

**Théorie nouvelle de la vie**, par FÉLIX LE DANTEC, docteur ès sciences, chargé du cours d'Embryologie générale à la Sorbonne. 1 vol. in-8, 3<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Comment définir la vie? « Il n'y a pas de définition des choses naturelles », a dit Claude Bernard. On ne définit pas la vie, parce que la définition serait trop complexe. M. Le Dantec l'a tenté, et je n'oserais pas affirmer qu'il n'ait pas réussi. Seulement il a posé de nombreux corollaires préliminaires. Il faut d'ailleurs, avec lui, se faire une conception tout autre que celle que l'on possédait autrefois sur la vie. La vie de l'individu n'est pas unique; elle se compose d'une multitude d'éléments qui vivent aussi. Et ce que nous appelons la vie est la résultante de toutes ces vies particulières. N'in-

sistons pas. L'ouvrage de M. Le Dantec est extrêmement remarquable. Il mérite d'être médité, et celui qui le lira verra s'agrandir considérablement l'horizon de ses connaissances. C'est un des livres les plus saillants de l'année. (*Journal des Débats*.)

**La locomotion chez les animaux** (*marche, natation et vol*), suivi d'une étude sur l'*Histoire de la navigation aérienne*, par J.-B. PETTIGREW, professeur au Collège royal de chirurgie d'Edimbourg (Ecosse). 1 vol. in-8, avec 140 gravures dans le texte, 2<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Une partie de cet ouvrage est consacrée aux questions traitées dans la *Machine animale*, par M. Marey, avec qui l'auteur est en désaccord sur un certain nombre de points. Il se place d'ailleurs à un point de vue différent. Il étudie la locomotion dans et par l'eau, dont M. Marey ne s'est pas occupé, et donne de curieux détails sur la natation de l'homme.

Mais ce qu'il faut signaler tout particulièrement, c'est son histoire de toutes les machines et de tous les systèmes essayés pour arriver à naviguer dans l'air, depuis les montgolfières jusqu'aux machines actuelles.

**La chaleur animale**, par CH. RICHET, professeur à la Faculté de médecine de Paris. 1 vol. in-8, avec 47 graphiques dans le texte. . . . . 6 fr.

L'auteur justifie la théorie de Lavoisier, que la vie est une fonction chimique : les phénomènes de chaleur dont les êtres vivants sont le siège, sont phénomènes physico-chimiques. Tout phénomène est accompagné de chaleur; il y a en outre production d'énergie mécanique et mouvement.

**Les bases scientifiques de l'éducation physique**, par G. DEMENÿ, professeur du cours d'Éducation physique de la Ville de Paris et de physiologie appliquée à l'École militaire de gymnastique de Joinville-le-Pont. 1 vol. in-8, avec 98 gravures. 2<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

**Mécanisme et éducation des mouvements**, par le même. 2<sup>e</sup> édit. 1 vol. in-8, avec 568 gravures. . . . . 9 fr.

Dans le premier ouvrage l'auteur développe particulièrement l'éducation de la respiration, l'ampliation de la poitrine, la fatigue et l'entraînement, l'éducation des mouvements et des sens. Il relie l'éducation physique à l'éducation morale en montrant l'effet de la première sur le caractère et, dans une troisième partie, il indique les procédés techniques de mensuration pour contrôler les résultats obtenus.

Dans le second volume, les mouvements gymnastiques sont analysés et étudiés sous le rapport de leur effet utile. On y trouve l'exposé des études sur la locomotion au moyen de la chronophotographie et de la dynamographie. On y constate aussi les rapports de la science et de l'art dans ce qui peut constituer la physiologie artistique; toute une partie importante est consacrée aux conditions économiques de l'utilisation de la force musculaire, à la mesure du travail dans les cas simples et à des expériences intéressant spécialement la locomotion dans l'armée.

**Évolution individuelle et hérédité** (*Théorie de la variation quantitative*), par F. LE DANTEC, chargé du cours d'Embryologie générale à la Sorbonne. 1 vol. in-8. . . . . 6 fr.

Le but de M. F. Le Dantec en écrivant cet ouvrage, a été d'arriver, par une méthode purement déductive, à la compréhension de l'hérédité des caractères acquis, et c'est par cette méthode que son livre diffère entièrement des autres ouvrages publiés sur la question si controversée de l'hérédité.

#### IV. — ANTHROPOLOGIE

**Latins et Anglo-Saxons. Races supérieures et races inférieures**, par N. COLAJANNI, professeur à l'Université de Naples. Traduction et préface par J. Dubois. 1 vol. in-8. . . . . 9 fr.

C'est à l'examen des facteurs économiques, politiques, moraux et intellectuels, que M. Colajanni a consacré son ouvrage. On est frappé de l'aspect que prend la question des races supérieures ou inférieures, quand on l'étudie avec lui du point de vue évolutif. Son travail présente un réel intérêt d'actualité. La Grèce antique, Rome, la Venise médiévale, l'Angleterre, l'Amérique, la France et l'Italie nous apparaissent successivement

ou en même temps aux principales époques de leur histoire; chaque pays nous révèle, au cours de cette enquête, les causes de sa grandeur ou de sa décadence momentanée, les germes de renaissance ou de dégénérescence qui se laissent entrevoir dans son organisme actuel. Une idée consolante et optimiste ressort pour nous de cette comparaison, c'est que la race tend à devenir une pure entité, et que son rôle dans la vie des peuples européens semble aujourd'hui négligeable.

**Formation de la Nation française** (*Textes, linguistique, palethnologie, anthropologie*), par GABRIEL DE MORTILLET, professeur à l'École d'Anthropologie, ancien président de la Société d'Anthropologie. 1 vol. in-8, avec 153 gravures et 18 cartes dans le texte, 2<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Critique chronologique des anciens textes. Populations sédentaires et populations mobiles. Gaulois et Germains formant un seul et même type. Langues parlées. Evolution de l'écriture en France. Précurseur de l'homme. Naissance et développement de l'industrie et de la civilisation. Absence de culte. Invasion et révolution sociologique. Protohistorique et métallurgie. Races humaines primitives de la France. Dolichocéphales et brachycéphales. Origine et variations des cultes. Les premiers habitants apparaissent il y a 230 à 240 mille ans. Races françaises pures pendant la paléolithique. Mélange des races autochtones avec les races envahissantes. Formation de la population française : telles sont les matières traitées dans cet ouvrage.

**L'espèce humaine**, par A. DE QUATREFAGES, membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 1 vol. in-8, 14<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

« Ce livre m'a beaucoup intéressé, et il intéressera tous ceux qui le liront. Il expose avec une pleine compétence les faits et les questions. On peut n'être pas toujours de son avis, mais il fournit des éléments de discussion sur lesquels il est légitime de compter. Les diverses races humaines sont bien étudiées : l'homme fossile, cette découverte des temps modernes, n'est pas oublié. Des détails très instructifs sont donnés sur les influences du milieu et de la race, sur les acclimations, sur les croisements et sur les curieux phénomènes de l'hybridité. » (E. LITTRÉ, *Philosophie positive.*)

**Darwin et ses précurseurs français**, par A. DE QUATREFAGES. 1 vol., 2<sup>e</sup> édit. 6 fr.

**Les émules de Darwin**, par A. DE QUATREFAGES; précédé de notices sur la vie et les travaux de l'auteur, par MM. E. PERRIER et HAMY, de l'Institut. 2 vol. 12 fr.

M. de Quatrefages montre dans ces ouvrages que Darwin a eu des précurseurs et des émules de premier rang, en France même. Il analyse et critique les théories de Darwin à côté de celles de ses précurseurs, Lamarck, Et. Geoffroy Saint-Hilaire, Buffon et quelques autres comme Telliamed, Robinet, Bory de Saint-Vincent. Parmi les savants qu'il cite comme émules de Darwin, nous rappellerons Wallace, Naudin, Romanes, Carl Vogt, Haeckel, Huxley, d'Omalius d'Halloy, etc.

**La France préhistorique**, par E. CARTAILHAC. 1 vol. in-8, avec 150 gravures dans le texte, 2<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Ce qui distingue le livre de M. Cartailhac de tant d'autres livres sur le même sujet, c'en est le caractère uniquement et rigoureusement scientifique. Ni les conjectures n'y sont données pour des vérités, ni les hypothèses pour des certitudes; au contraire, M. Cartailhac s'y fait un point d'honneur de distinguer soigneusement le certain d'avec le probable, et le probable d'avec le douteux. Rien de moins ordinaire aux anthropologistes, dont l'intrépidité d'affirmation n'a d'égale au monde que celle des métaphysiciens. Et c'est ce qui suffirait à recommander *La France préhistorique*, si d'ailleurs le nom de M. Cartailhac n'était assez connu pour ses heureuses découvertes, ses nombreux travaux, et sa rare compétence. (*Revue des Deux Mondes.*)

**La famille primitive, ses origines et son développement**, par C. N. STARCKE, professeur à l'Université de Copenhague. 1 vol. in-8. . . . . 6 fr.

Dans une première partie, l'auteur examine l'organisation de la famille, de la propriété et de l'héritage chez tous les peuples primitifs ou anciens. Dans la seconde partie, il fait la théorie de la famille primitive, de son origine et de son évolution. Il étudie successivement la filiation, la polyandrie et la polygamie, le matriarcat et le patriarcat, le lévirat et le niyoga, l'hérédité et le droit d'aînesse, les formes différentes de famille dans les principales races, etc. L'origine et le régime du mariage attirent principalement son attention; il développe soigneusement le système de l'exogamie et l'évolution du mariage. Il termine enfin par la théorie du clan, de la tribu et de la famille qui a provoqué, comme celle du mariage, bien des controverses.

**L'homme dans la nature**, par P. TOPINARD. 1 vol. in-8, avec 101 grav. 6 fr.

L'ouvrage de M. Topinard se divise en deux parties distinctes. Dans la première, il expose les résultats de ses recherches personnelles sur l'anthropologie, les questions que soulève cette science, les résultats positifs qu'elle a obtenus et aussi les déceptions qu'elle a rencontrées. Dans la seconde partie de son ouvrage, il expose et discute toutes les données du grand problème de l'origine de l'homme. Il montre avec détails que l'homme est le produit d'une longue évolution commencée dans les classes inférieures des vertébrés et dont il suit toutes les phases jusqu'à l'ordre des Primates où l'Espèce humaine forme un rameau distinct.

**Les races et les langues**, par ANDRÉ LEFÈVRE, professeur à l'École d'anthropologie de Paris. 1 vol. in-8. . . . . 6 fr.

L'auteur ne sépare pas le langage de l'organisme qui l'a produit, des êtres qui l'ont façonné à leur usage. Le langage, contre-coup sonore de la sensation, a débuté par le cri animal, cri d'émotion, cri d'appel. Varié par l'onomatopée, enrichi par la métaphore, il a évolué dans la mesure même du développement cérébral et des aptitudes intellectuelles. Une grande partie de l'ouvrage est consacrée à la puissante famille indo-européenne dont les nombreux idiomes ont refoulé, pour ainsi dire, et rejeté en marge de la civilisation des langues moins souples et moins bien ordonnées.

**Le centre de l'Afrique; Autour du Tchad**, par P. BRUNACHE, administrateur de commune mixte en Algérie. 1 vol. in-8, avec 45 gravures dans le texte et une carte. . . . . 6 fr.

M. P. Brunache a été le second de MM. Dybowski et Maistre dans leurs missions célèbres de 1892 et de 1894. Il raconte ses impressions de voyage et constate les résultats acquis dans les explorations auxquelles il a pris part; il expose en même temps ses idées sur l'influence que la France peut et doit exercer dans les régions si disputées de l'Afrique centrale.

## V. — ZOOLOGIE

**Parasitisme et mutualisme dans la nature**, par le D<sup>r</sup> L. LALOY, bibliothécaire de l'Académie de Médecine. Préface de M. le prof. A. GIARD, de l'Institut.

1 vol. in-8, avec 82 figures. . . . . 6 fr.

Les relations des êtres vivants ne nous apparaissent pas toujours sous la forme d'une lutte de chacun pour tous, à un autre point de vue, le monde vivant peut être considéré comme une vaste association d'individus dont chacun est nécessaire à tous. En présentant des exemples nombreux et bien choisis, M. Laloy a mis en lumière ces deux faces de la question qui intéressera tous les curieux de science aussi bien que les naturalistes.

**La culture des mers en Europe (pisciculture, pisciculture, ostréiculture)**, par GEORGES ROCHÉ, inspecteur général des Pêches maritimes. 1 vol. in-8, avec 81 gravures dans le texte. . . . . 6 fr.

M. Roché expose d'abord les procédés de pêche modernes et les résultats qu'ils fournissent dans les mers d'Europe, puis il passe en revue les essais de pisciculture et de pisciculture pratiqués dans les divers pays, la reproduction des homards et des langoustes, l'ostréiculture si développée en France que ses débouchés actuels sont devenus insuffisants. Un dernier chapitre est consacré à la culture des éponges industrielles.

**L'intelligence des animaux**, par G.-J. ROMANES, secrétaire de la Société Linnéenne de Londres pour la zoologie; précédé d'une préface sur l'*Evolution mentale*, par EDM. PERRIER, membre de l'Institut, directeur du Muséum d'histoire naturelle de Paris. 2 vol. in-8, 3<sup>e</sup> édit. . . . . 12 fr.

Cet ouvrage a été composé, presque sous les yeux de Darwin, par un des hommes qui se sont le plus scrupuleusement imprégnés de sa méthode. Georges-J. Romanes étudie les manifestations de l'instinct ou de la raison chez les différentes espèces, depuis les plus inférieures jusqu'aux grands mammifères, et il rapporte, avec un luxe de détails vraiment remarquable, quantité de curieuses observations.

**La philosophie zoologique avant Darwin**, par EDMOND PERRIER, membre de l'Institut, directeur du Muséum d'histoire naturelle de Paris. 1 vol. in-8, 3<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Le savant directeur du Jardin des plantes a traité une des parties les plus intéressantes des sciences naturelles : l'Histoire des doctrines des grands zoologistes depuis Aristote jusqu'aux hommes les plus marquants de l'époque contemporaine. Il y a abordé chacun des grands problèmes que cherchent à résoudre en ce moment les sciences naturelles et a fait de ce livre un véritable résumé de la zoologie actuelle.

**Descendance et Darwinisme**, par O. SCHMIDT, professeur à l'Université de Strasbourg. 1 vol. in-8, avec 26 gravures, 6<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

La théorie nouvelle de la parenté et de la descendance n'a pas été uniquement soumise aux controverses de ses partisans; elle a été discutée par des adversaires dont la vue était troublée par l'image plus ou moins nette des dangers qu'elle préparait à leur science fondée sur le miracle. L'opposition a été grande en Angleterre contre l'homme éminent au nom duquel se rattache cette révolution, surtout depuis qu'il est notoire que, fidèle à lui-même, il a voulu comprendre l'homme dans ses recherches et lui appliquer les conséquences de ses théories. L'auteur s'est proposé de mettre le lecteur à même d'embrasser l'état de ce problème si compliqué de la théorie de la descendance.

**Les mammifères dans leurs rapports avec leurs ancêtres géologiques**, par O. SCHMIDT, professeur à l'Université de Strasbourg. 1 vol. in-8, avec 51 gravures dans le texte. . . . . 6 fr.

Quels ont été nos ancêtres et ceux des mammifères actuels? Il n'y a pas de question scientifique qui puisse intéresser davantage le public tout entier ni prêter à des découvertes plus piquantes. Le principe même des doctrines darwiniennes n'est plus contesté aujourd'hui. Il faut maintenant développer leurs conséquences et tracer la généalogie des êtres vivants actuels au travers des temps géologiques. C'est ce que fait M. O. SCHMIDT pour toutes les catégories de mammifères, depuis les moins élevés jusqu'aux grands singes anthropoïdes et jusqu'à l'homme lui-même. Il termine en décrivant à grands traits l'homme de l'avenir.

**L'écrevisse, Introduction à l'étude de la zoologie**, par TH. H. HUXLEY, membre de la Société royale de Londres et de l'Institut de France, prof. d'histoire naturelle à l'École royale des mines de Londres. 1 vol. in-8, avec 82 grav., 2<sup>e</sup> éd. 6 fr.

L'auteur n'a pas voulu simplement écrire une monographie de l'écrevisse, mais montrer comment l'étude attentive de l'un des animaux les plus communs peut conduire aux généralisations les plus larges, aux problèmes les plus difficiles de la zoologie, et même de la science biologique en général. Avec ce livre, le lecteur se trouve amené à envisager face à face toutes les grandes questions zoologiques qui excitent aujourd'hui un si vif intérêt.

**Les commensaux et les parasites dans le règne animal**, par P.-J. VAN BENEDEN, professeur à l'Université de Louvain (Belgique). 1 vol. in-8, avec 82 grav. dans le texte, 3<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Dans une première partie, l'auteur étudie les *Commensaux*, qu'il divise en commensaux libres et commensaux fixes; dans une deuxième partie, les *Mutualistes*, c'est-à-dire ceux qui vivent ensemble en se rendant de mutuels services.

Dans la troisième partie, sont traités les *Parasites*, ainsi divisés : parasites libres à tout âge, dans le jeune âge, pendant la vieillesse; parasites à transmigrations et à métamorphoses; parasites à toutes les époques de la vie.

**Les sens et l'instinct chez les animaux** et principalement chez les insectes, par SIR JOHN LUBBOCK. 1 vol. in-8, avec 150 grav. dans le texte. . . . 6 fr.

La principale originalité de ce livre, ce sont les nombreuses expériences imaginées par l'auteur, avec une ingéniosité et une patience sans égales, pour mettre en lumière l'intelligence et les instincts moraux ou sociaux des bêtes de tout ordre.

## VI. — BOTANIQUE — GÉOLOGIE

**Espèces et variétés**, par HUGO DE VRIES. Traduit par E. Blaringhem. Préface de M. le prof. A. GIARD, de l'Institut. 1 vol. in-8. . . . . 12 fr.

Dans cet ouvrage, M. de Vries est en complet accord avec les principes posés par Darwin et donne une analyse complète et décisive de quelques-unes des notions de variation, d'hérédité, de sélection et de mutation, qui étaient nécessairement vagues à son époque. Darwin a donné une telle extension aux recherches scientifiques sur ces questions que, un demi-siècle plus tard, il reste encore à étudier bon nombre de pro-

blèmes d'un intérêt capital. L'œuvre qui doit actuellement retenir notre attention consiste évidemment en l'observation expérimentale et le contrôle de la naissance des espèces. Le principal objet de ce livre est de mieux faire connaître les méthodes à employer dans ce genre de recherches.

**Le transformisme appliqué à l'agriculture**, par J. COSTANTIN, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 1 vol. in-8 avec 105 figures. . . . . 6 fr.

Le *Transformisme appliqué à l'agriculture* est à la fois un livre très théorique et très pratique. Le penseur y verra la marche en avant dans la société des idées de Darwin. Le praticien, l'horticulteur, l'agronome y trouveront une ample moisson de faits nouveaux dont ils pourront tirer profit dans une multitude de circonstances.

**Les végétaux et les milieux cosmiques** (*adaptation, évolution*), par J. COSTANTIN, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 1 vol. in-8, avec 171 gravures dans le texte. . . . . 6 fr.

M. Costantin nous fait assister aux variations incessantes des êtres qu'on observe partout dans la nature; il établit, en outre, comment les caractères nouveaux ainsi produits se fixent peu à peu et deviennent héréditaires. Il élucide par des arguments probants le point capital et si ardemment débattu, dans ces dernières années, de la fixation des caractères acquis.

**La géologie expérimentale**, par STANISLAS MEUNIER, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 2<sup>e</sup> édit. 1 vol. in-8, avec 56 gravures dans le texte. 6 fr.

Il est une branche d'études, la géologie, qui, jusqu'en ces derniers temps, ne demandait à l'expérience à peu près aucun contrôle. M. Stanislas Meunier, estimant que les phénomènes géologiques aussi bien que ceux de la physique, de la chimie ou de la biologie relèvent de l'expérimentation, s'est ingénié durant des années à créer des expériences propres à donner sur les circonstances des formations géologiques des lumières précises. Pour ces raisons, l'ouvrage qu'il vient de publier mérite tout particulièrement d'attirer l'attention. Il est en effet la première manifestation d'une orientation nouvelle et des plus fructueuses que vont subir les études géologiques.

G. Viroux (*Le Rappel*).

**La nature tropicale**, par J. COSTANTIN, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 1 vol. in-8, avec 166 gravures dans le texte. . . . . 6 fr.

L'importance sans cesse croissante des questions coloniales vient ajouter un véritable intérêt d'actualité à l'intérêt scientifique de ce livre curieux. L'auteur nous révèle tous les secrets de la végétation puissante des forêts vierges, si différentes des petits bois de nos climats, et surtout les associations de vie qui s'établissent entre les plantes les plus différentes. Comme dans les sociétés humaines, on y voit toutes les formes de la charité, du parasitisme et de la solidarité. L'ouvrage se termine par l'étude scientifique des légendes sur le déluge qui existent dans toutes les religions, et montre à quels phénomènes réels on peut les rattacher.

**Introduction à l'étude de la botanique** (*Le sapin*), par J. DE LANESSAN, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, ancien ministre, député. 1 vol. in-8, avec 103 grav. dans le texte, 2<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

L'auteur a écrit ce livre surtout pour faire connaître au grand public les principes et les traits généraux des sciences, mais il rendra aussi service à ceux qui débutent dans l'étude de la botanique, en leur montrant que cette science ne se compose pas seulement de détails arides et fastidieux. En prenant comme sujet l'étude du *Sapin*, M. de Lanessan n'a pas voulu faire une monographie de cet arbre; il s'est proposé seulement de développer par un exemple spécial les théories les plus importantes de la Botanique.

**L'origine des plantes cultivées**, par A. DE CANDOLLE, correspondant de l'Institut. 1 vol. in-8, 4<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Le but de l'auteur a été de chercher l'état et l'habitation de chaque espèce avant sa mise en culture. Il a dû, pour cela, distinguer parmi les innombrables variétés, celle qu'on peut estimer la plus ancienne, et voir de quelle région du globe elle est sortie. Il montre, en outre, comment la culture des diverses espèces s'est répandue dans différentes directions, à des époques successives.

**Les champignons**, par COOKE et BERKELEY. 1 vol. in-8, avec 110 grav., 4<sup>e</sup> éd. 6 fr.

Dans une première partie, les auteurs donnent d'intéressants détails sur la nature des champignons, sur leur structure et leur classification; ils enseignent leurs divers usages. Ils font suivre aux lecteurs les phases successives du développement de ces cryptogames et insiste sur les phénomènes remarquables. La seconde partie, plus pratique, a trait à l'influence des champignons, à leurs habitats et à leur culture, aux procédés de récolte et de conservation généralement pratiqués.

**Les régions invisibles du globe et des espaces célestes**, par A. DAUBRÉE, membre de l'Institut. 1 vol. in-8, avec 89 gravures, 2<sup>e</sup> éd. . . . . 6 fr.

M. Daubrée fait l'étude des eaux souterraines, de la formation des roches sédimentaires ou cristallisées, des tremblements de terre, des météorites ou pierres tombées du ciel, etc. Les sources, les eaux minérales, les cours d'eau souterrains, le rôle minéralisateur de l'eau aux époques géologiques constituent autant de chapitres d'un vif intérêt. Les tremblements de terre et les météorites conduisent M. Daubrée à l'examen de la constitution du globe. En un mot, c'est bien, comme l'indique le titre, une excursion dans les régions de l'invisible.

**Les volcans et les tremblements de terre**, par FUCHS, professeur à l'Université de Heidelberg. 1 vol. in-8, avec 30 gravures et une carte en couleurs, 6<sup>e</sup> éd. . . . . 6 fr.

On trouve dans ce livre un historique détaillé des tremblements de terre connus, des études sur les tremblements de mer, les volcans boueux et les geysers, une description pétrographique des laves; enfin il se termine par une description géographique des volcans, comprenant une énumération complète et tenant compte de toutes les découvertes et de tous les événements récents.

**Le pétrole, le bitume et l'asphalte**, par A. JACCARD, professeur de géologie à l'Académie de Neuchâtel. 1 vol. in-8, avec 70 gravures dans le texte. . . 6 fr.

M. Jaccard fait dans ce livre l'histoire critique de toutes les théories scientifiques relatives au pétrole, décrit son mode de formation, expose la découverte successive de ses gisements dans les deux mondes. Il donne ensuite l'histoire du bitume et de l'asphalte. Enfin il cherche à déterminer l'avenir industriel du pétrole.

**La géologie comparée**, par STANISLAS MEUNIER, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 1 vol. in-8, avec 35 gravures dans le texte. . . . . 6 fr.

L'étude des météorites, qui sont des échantillons de masses extra-terrestres, et les renseignements de plus en plus abondants que nous fournit l'astronomie physique, aidée par l'analyse spectrale, sur la constitution des corps célestes, permettent d'entrevoir une géologie considérable, dont la géologie terrestre forme un cas particulier. C'est ce nouveau chapitre de la science que le savant professeur du Muséum s'attache, depuis des années, à développer et à constituer en corps de doctrine. Il en a donné un excellent résumé dans le volume que nous avons sous les yeux.

(Revue des Deux Mondes.)

## VII. — PHYSIQUE

**L'évolution inorganique étudiée par l'analyse spectrale**, par Sir NORMAN LOCKIER. 1 vol. in-8 avec figures. . . . . 6 fr.

L'auteur expose dans cet ouvrage le résultat de ses recherches les plus récentes sur la chimie du soleil et des étoiles.

Il arrive à cette conclusion que le produit final de la dissociation ou de la séparation des éléments des corps par la chaleur doit être la forme chimique primitive.

En descendant des étoiles les plus chaudes vers les plus froides, le nombre des traces spectrales augmente et, avec leur nombre, le nombre des raies et celui des éléments chimiques; à chaque stade, avec l'introduction de certaines formes nouvelles, disparaissent certaines formes anciennes. En résumé, les étoiles présentent une progression des formes organiques dans les terrains géologiques.

**Les glaciers et les transformations de l'eau**, par J. TYNDALL, professeur de chimie à l'Institution royale de Londres; suivi d'une étude sur le même sujet, par HELMHOLTZ, professeur à l'Université de Berlin. 1 vol. in-8, avec 27 gravures dans le texte et 8 planches tirées à part sur papier teinté, 6<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

**La conservation de l'énergie**, par BALFOUR STEWART, professeur de physique au Collège Owen de Manchester (Angleterre); suivi d'une étude sur la *Nature de la force*, par P. DE SAINT-ROBERT (de Turin). 1 vol. in-8, 6<sup>e</sup> édit. 6 fr.

**La matière et la physique moderne**, par STALLO; précédé d'une préface par CH. FRIEDEL, de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences de Paris. 1 vol. in-8, 3<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

L'auteur critique, au point de vue purement expérimental, les principales théories de la science contemporaine : la théorie mécanique de la chaleur, la théorie atomique, etc., enfin les récentes doctrines des géomètres allemands et italiens sur l'espace à quatre dimensions.

## VIII. — CHIMIE

**La synthèse chimique**, par M. BERTHELOT, membre de l'Institut, professeur de chimie organique au Collège de France. 1 vol. in-8, 9<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

C'est en 1860 que M. Berthelot a exposé, pour la première fois, les méthodes et les résultats généraux de la synthèse chimique appliquée aux matériaux immédiats des êtres organisés, et qu'il a fait connaître au monde savant les procédés qu'il avait découverts pour réaliser les combinaisons de carbone et d'hydrogène.

Il était bon que ces principes de la synthèse organique qui ont pris une place si importante dans le domaine de la chimie et qui, chaque jour, produisent des découvertes nouvelles, fussent mis à la portée du grand public.

**La théorie atomique**, par AD. WURTZ, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des sciences et à la Faculté de médecine de Paris. Précédé d'une introduction sur *La Vie et les travaux* de l'auteur, par CH. FRIEDEL, de l'Institut. 1 vol. in-8, 8<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Le chef de l'École atomique française, Ad. Wurtz, a résumé l'ensemble des travaux et des théories qui ont rendu son nom célèbre dans toute l'Europe savante. Il expose le développement successif des théories chimiques depuis Dalton, Gay-Lussac, Berzélius et Proust, jusqu'à Dumas, Laurent et Gerhardt, Avogadro, Mendeleef, et termine par les études les plus curieuses et les plus nouvelles sur la constitution des corps et la nature de la matière.

**Les fermentations**, par P. SCHUTZENBERGER, membre de l'Institut, professeur de chimie au Collège de France. 1 vol. in-8, avec 28 grav., 6<sup>e</sup> édition refondue. 6 fr.

M. Schutzenberger a divisé son travail en deux parties : dans la première, il traite des fermentations attribuées à l'intervention d'un ferment organisé ou figuré, telles sont les fermentations alcoolique, visqueuse, lactique, ammoniacale, butyrique et par oxydation; la seconde partie est consacrée aux fermentations provoquées par des produits solubles, élaborés par les organismes vivants.

**Microbes, ferments et moisissures**, par le D<sup>r</sup> L. TROUËSSART, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 1 vol. in-8, avec 107 gravures dans le texte, 2<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Le rôle des microbes intéresse chacun de nous : dans ce livre l'avocat, forcé de traiter en face d'experts une question d'hygiène, l'ingénieur, l'architecte, l'industriel, l'agriculteur, l'administrateur, trouveront des notions claires et précises sur les questions d'hygiène pratique se rattachant à l'étude des microbes, notions qu'ils trouveraient difficilement, dispersées qu'elles sont dans les livres destinés aux médecins ou aux botanistes de profession.

**La révolution chimique. Lavoisier**, par M. BERTHELOT. 1 vol. in-8, ill., 2<sup>e</sup> éd. 6 fr.

A côté de la Révolution politique de 1789, il y a eu une révolution chimique, personnifiée par Lavoisier, et qui sépare deux mondes scientifiques entièrement différents par leurs méthodes, leur esprit et leurs principes. C'est cette révolution que raconte M. Berthelot. L'ouvrage se termine par des notices et extraits des registres inédits du laboratoire de Lavoisier qui offrent un intérêt particulier en montrant au lecteur la méthode de travail de l'illustre savant.

**La photographie et la photochimie**, par G.-H. NIEWENGLAWSKI, préparateur à la Faculté des sciences de Paris, directeur du journal *La Photographie*. 1 vol. in-8, avec 128 gravures dans le texte et 1 planche en phototypie hors texte. 6 fr.

Les principes de photochimie qui sont la base des procédés photographiques sont d'abord décrits aussi clairement que possible. L'auteur passe ensuite en revue les diverses phases des recherches qui ont abouti à la fixation des images de la chambre noire, avec leur triple caractère de forme, de couleurs et de mouvement. Les travaux les plus récents sont analysés dans cet ouvrage; c'est ainsi que des chapitres ont été réservés à *l'art photographique*, à *la photographie directe et indirecte des couleurs*, à *la chromo-photographie* et au *cinématographe*, à *la photographie de l'invisible*, aux *rayons de Röntgen* et aux radiations qui s'en rapprochent par leurs propriétés. Les applications de la photographie à *l'astronomie*, à *l'art militaire*, aux *sciences physiques, naturelles et médicales*, à *la décoration*, etc., font aussi l'objet de chapitres spéciaux.

**L'eau dans l'alimentation**, par le Dr F. MALMÉJAC, pharmacien de l'armée, docteur en pharmacie. Préface de M. SCHLAGDENHAUFFEN, directeur honoraire de l'École supérieure de pharmacie de Nancy. 1 vol. in-8, avec gravures. . . 6 fr.

La question de l'eau de boisson occupe aujourd'hui une place capitale en hygiène, et il n'est pas trop de la géologie, de la chimie et de la bactériologie pour la résoudre.

Ce sont les résultats de toutes les recherches entreprises depuis vingt ans que M. Malméjac expose; il a également consigné des travaux personnels encore inédits; ainsi composé, ce livre résume fidèlement les connaissances que toute personne instruite doit posséder sur la matière. Nul n'oserait, en effet, se désintéresser d'une question qui a pour but de débarrasser à jamais le genre humain des redoutables épidémies d'origine hydrique et, comme conséquence, de faire diminuer dans de grandes proportions la mortalité.

## IX. — ASTRONOMIE — MÉCANIQUE

**Les étoiles. Notions d'astronomie sidérale**, par le Père A. SECCHI, directeur de l'Observatoire du Collège romain. 2 vol. in-8, avec 68 gravures dans le texte et 16 planches en noir et en couleurs, 3<sup>e</sup> édit. . . . . 12 fr.

**Histoire de la machine à vapeur, de la locomotive et des bateaux à vapeur**, par R. THURSTON, professeur de mécanique à l'Institut technique de Hoboken, près New-York; revue, annotée et augmentée d'une Introduction, par M. HIRSCHI, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur de machines à vapeur à l'École des ponts et chaussées de Paris. 2 vol. in-8, avec 160 gravures dans le texte et 16 planches à part, 3<sup>e</sup> édit. . . . . 12 fr.

**Les aurores polaires**, par A. ANGOT, directeur du Bureau météorologique de France. 1 vol. in-8, avec 15 gravures dans le texte et hors texte. . . . . 6 fr.

Les aurores boréales, que M. Angot appelle avec raison aurores polaires, puisqu'elles se produisent aussi bien au pôle sud qu'au pôle nord, et descendent même de temps à autre dans les latitudes tempérées, forment l'un des sujets les plus curieux des sciences physiques. M. Angot les décrit, en fait l'histoire, en discute la théorie, avec la clarté de style et l'élégance d'exposition qui lui ont donné une place éminente dans la littérature scientifique comme dans la science technique. Des gravures, exécutées avec le plus grand soin, représentent les plus belles aurores boréales observées.

## X. — BEAUX-ARTS

**Les débuts de l'art**, par E. GROSSE, professeur à l'Université de Fribourg-en-Brigau. Traduit de l'allemand par A. Dirr. Introduction de M. L. Marillier. 1 vol. in-8, avec 32 gravures dans le texte et 3 planches hors texte. . . . 6 fr.

Après une étude préliminaire sur *le but et la voie de la science de l'art*, sur *les peuples primitifs*, et sur *l'art en général*, l'auteur examine *la parure, l'art ornementaire, la sculpture et la peinture, la danse, la poésie, la musique*; une *conclusion* rapide permet de mesurer l'étendue du champ parcouru.

Les idées maîtresses de l'ouvrage, inséparablement unies les unes aux autres, consistent essentiellement en cette notion que, pour s'élever à la dignité de science, la connaissance d'un ensemble de faits ou d'individus doit être surtout explicative; or, nulle part cette méthode ne trouve de plus utiles applications que dans le domaine de l'art.

**La céramique ancienne et moderne**, par E. GUIGNET, directeur des teintures à la manufacture des Gobelins, et E. GARNIER, conservateur du Musée de la manufacture de Sèvres. 1 vol. in-8, avec 100 gravures dans le texte. . . . . 6 fr.

Ce livre est formé de deux parties distinctes : un manuel des procédés de fabrication employés par les céramistes, et une histoire rétrospective de la céramique. La première de ces deux parties est l'œuvre de M. Guignet, directeur des teintures aux manufactures des Gobelins, et c'est M. Garnier, l'éminent conservateur du Musée de Sèvres, qui s'est chargé d'écrire la seconde. Tous deux se sont, comme on pouvait le prévoir, acquittés de leur tâche avec beaucoup de conscience. L'ensemble de l'ouvrage est d'un extrême intérêt, aussi bien pour les fabricants que pour les collectionneurs.

(Illustration.)

**Le son et la musique**, par P. BLASERNA, professeur à l'Université de Rome; suivi des *Causes physiologiques de l'harmonie musicale*, par H. HELMHOLTZ, prof. à l'Univ. de Berlin. 1 vol. in-8, avec 41 gravures dans le texte, 5<sup>e</sup> édit. 6 fr.

Ce livre n'a pas la prétention de donner une description complète des phénomènes sonores, ni d'exposer toute l'histoire des lois musicales; l'auteur a cherché seulement à réunir deux sujets qui jusqu'alors avaient été traités séparément. Exposer brièvement les principes fondamentaux de l'acoustique et en montrer les plus importantes applications, tel est le but de cet ouvrage.

**Principes scientifiques des beaux-arts**, par E. BRUCKE, professeur à l'Université de Vienne; suivi de *l'Optique et les Arts*, par H. HELMHOLTZ, professeur à l'Université de Berlin. 1 vol. in-8, avec 39 gravures, 4<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

*La perspective, la distribution de la lumière et des ombres, la couleur avec ses harmonies et ses contrastes*, sont autant de sujets scientifiques que les peintres ne sauraient se dispenser d'étudier. Les auteurs donnent également d'intelligents conseils sur le mode d'éclaircissement des modèles qui est déterminé par des lois rigoureuses et dont on ne s'écarte qu'au détriment de la vérité des effets; ils traitent également la question connexe de l'éclaircissement des galeries de tableaux.

**Théorie scientifique des couleurs et leurs applications aux arts et à l'industrie**, par O.-N. ROOD, professeur de physique à Columbia-College de New-York (Etats-Unis). 1 vol. in-8, avec 130 gravures dans le texte et une planche en couleurs, 2<sup>e</sup> édit. . . . . 6 fr.

Dans ce livre on trouve, sous une forme accessible, l'exposé des diverses théories sur les couleurs et sur leur perception dans l'œil humain, ainsi que les applications si variées et si curieuses de beaucoup de ces théories dans l'industrie. Enfin le rôle des couleurs dans la peinture, les moyens de les employer et l'étude des divers genres, forment une partie importante de l'ouvrage.

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

LISTE GÉNÉRALE PAR ORDRE D'APPARITION DES 411 VOLUMES

DE LA

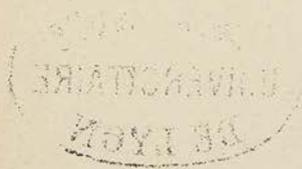
# BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

1. TYNDALL. Les Glaciers et les Transformations de l'eau, *illustré*. 7<sup>e</sup> éd.
2. BAGEHOT. Lois scientifiques du développement des nations. 7<sup>e</sup> éd.
3. MAREY. La Machine animale (*épuisé*).
4. BAIN. L'Esprit et le Corps. 6<sup>e</sup> éd.
5. PETTIGREW. La Locomotion chez les animaux, *illustré*. 2<sup>e</sup> éd.
6. HERBERT SPENCER. Introduction à la science sociale. 13<sup>e</sup> éd.
7. SCHMIDT. Descendance et Darwinisme, *ill.* 6<sup>e</sup> éd.
8. MAUDSLEY. Le Crime et la Folie. 7<sup>e</sup> éd.
9. VAN BENEDEN. Les Commensaux et les Parasites du règne animal, *illustré*. 4<sup>e</sup> éd.
10. BALFOUR STEWART. La Conservation de l'énergie, *illustré*. 6<sup>e</sup> éd.
11. DRAPER. Les Conflits de la science et de la religion. 12<sup>e</sup> éd.
12. LÉON DUMONT. Théorie scientifique de la sensibilité. 4<sup>e</sup> éd.
13. SCHUTZENBERGER. Les Fermentations, *illustré*. 6<sup>e</sup> éd. refondue.
14. WHITNEY. La vie du langage. 4<sup>e</sup> éd.
15. COOKE et BERKELEY. Les Champignons, *ill.* 4<sup>e</sup> éd.
16. BERNSTEIN. Les Sens, *illustré*. 5<sup>e</sup> éd.
17. BERTHELOT. La Synthèse chimique. 9<sup>e</sup> éd.
18. NIEWENGLOWSKI. La Photographie et la Photochimie, *illustré*.
19. LUYE. Le Cerveau et ses Fonctions (*épuisé*).
20. STANLEY JEVONS. La Monnaie et le Mécanisme de l'échange (*épuisé*).
21. FUCHS. Volcans et Tremblements de terre, *illustré*. 6<sup>e</sup> éd.
22. BRIALMONT (le général). La Défense des États et les Camps retranchés. (*épuisé*.)
23. DE QUATREFAGES. L'Espèce humaine. 13<sup>e</sup> éd.
24. P. BLASERNA et HELMHOLTZ. Le Son et la Musique, *illustré*. 5<sup>e</sup> éd.
25. ROSENTHAL. Les Nerfs et les Muscles. (*épuisé*.)
26. BRÜCKE et HELMHOLTZ. Principes scientifiques des Beaux-Arts, *illustré*. 4<sup>e</sup> éd.
27. WURTZ. La Théorie atomique. 8<sup>e</sup> éd.
- 28-29. SECCHI (le Père). Les Étoiles, 2 vol. *ill.* 3<sup>e</sup> éd.
30. JOLY. L'Homme avant les métaux. (*épuisé*.)
31. A. BAIN. La Science de l'éducation. 10<sup>e</sup> éd.
- 32-33. THURSTON. Histoire de la machine à vapeur, 2 vol. *illustrés*. 3<sup>e</sup> éd.
34. HARTMANN. Les Peuples de l'Afrique. (*épuisé*.)
35. HERBERT SPENCER. Les Bases de la morale évolutionniste. 6<sup>e</sup> éd.
36. HUXLEY. L'Ecrevisse (Introduction à la zoologie), *illustré*. 2<sup>e</sup> éd.
37. DE ROBERTY. La Sociologie (*épuisé*).
38. ROOD. Théories scientifiques des couleurs, *ill.* 2<sup>e</sup> éd.
39. DE SAPORTA et MARION. L'Évolution du règne végétal (les Cryptogames) (*épuisé*).
- 40-41. CHARLTON BASTIAN. Le Cerveau et la Pensée chez l'homme et les animaux, 2 vol. *illustrés*. 2<sup>e</sup> éd.
42. JAMES SULLY. Les Illusions des sens et de l'esprit, *illustré*. 3<sup>e</sup> éd.
43. YOUNG. Le Soleil. (*épuisé*.)
44. DE CANDOLLE. Origine des plantes cultivées. 4<sup>e</sup> éd.
- 45-46. LUBBOCK. Fourmis, Abeilles et Guêpes. (*Ep.*)
47. PERRIER. La Philosophie zoologique avant Darwin. 3<sup>e</sup> éd.
48. STALLO. Matière et Physique moderne. 3<sup>e</sup> éd.
49. MANTEGAZZA. La Physionomie et l'Expression des sentiments, *illustré*. 3<sup>e</sup> éd.
50. DE MEYER. Les Organes de la parole et leur emploi pour la formation des sons du langage, *ill.*
51. DE LANESSAN. Le Sapin, *illustré*. 2<sup>e</sup> éd.
- 52-53. DE SAPORTA et MARION. L'Évolution du règne végétal (les Phanérogames), 2 vol. (*épuisé*).
54. TROUSSERT. Les Microbes, les Ferments et les Moisissures, *illustré*. 2<sup>e</sup> éd.
55. HARTMANN. Les Singes anthropoïdes, leur organisation comparée à celle de l'homme (*épuisé*).
56. SCHMIDT. Les Mammifères dans leurs rapports avec leurs ancêtres géologiques, *illustré*.
57. BINET et FÉNE. Le Magnétisme animal, *ill.* 5<sup>e</sup> éd.
- 58-59. ROMANES. L'Intelligence des animaux, 2 vol. *illustrés*. 3<sup>e</sup> éd.
60. LAGRANGE. Phys. des exercices du corps. 8<sup>e</sup> éd.
61. DREYFUS. L'Évolution des mondes et des sociétés.
62. DAUBRÉE. Les Régions invisibles du globe et des espaces célestes, *illustré*. 2<sup>e</sup> éd.
- 63-64. LUBBOCK. L'Homme préhistorique, 2 vol. (*Ep.*)
65. RICHET. La Chaleur animale, *illustré*.
66. FALSAN. La Période glaciaire. (*épuisé*.)
67. BEAUNIS. Les Sensations internes.
68. CARTAILHAC. La France préhistorique, *ill.* 2<sup>e</sup> éd.
69. BERTHELOT. La Révolution chimique. 2<sup>e</sup> éd.
70. LUBBOCK. Sens et instincts des animaux, *illustré*.
71. STARCKE. La Famille primitive.
72. ARLOING. Les Virus, *illustré*.
73. TOPINARD. L'Homme dans la nature, *illustré*.
74. BINET (ALF.). Les Altérations de la person. 2<sup>e</sup> éd.
75. DE QUATREFAGES. Darwin et ses précurseurs français. 2<sup>e</sup> éd.
76. ANDRÉ LEFÈVRE. Les Races et les Langues.
- 77-78. DE QUATREFAGES. Les Emules de Darwin.
79. BRUNACHE. Le Centre de l'Afrique, *illustré*.
80. ANGOT. Les Aurores polaires, *illustré*.
81. JACCARD. Le Pétrole, l'Asphalte et le Bitume, *ill.*
82. STANISLAS MEUNIER. La Géologie comparée, *ill.*
83. LE DANTEC. Théorie nouvelle de la vie, *ill.* 2<sup>e</sup> éd.
84. DE LANESSAN. Principes de colonisation.
85. DEMOOR, MASSART et VANDERVELDE. L'Évolution progressive, *illustré*.
86. DE MORTILLET. Formation de la nation française, *illustré*. 2<sup>e</sup> éd.
87. G. ROCHÉ. La culture des mers, *illustré*.
88. COSTANTIN. Les végétaux et les milieux cosmiques (adaptation, évolution), *illustré*.
89. LE DANTEC. L'Évolution individuelle et l'hérédité.
90. E. GUIGNET et E. GARNIER. La Céramique ancienne et moderne, *illustré*.
91. E. GELLÉ. L'audition et ses organes, *illustré*.
92. STAN. MEUNIER. La Géologie expérimentale, *ill.*
93. COSTANTIN. La Nature tropicale, *illustré*.
94. GROSSE. Les débuts de l'art, *illustré*.
95. GRASSET. Les maladies de l'orientation et de l'équilibre, *illustré*.
96. DEMENY. Les bases scientifiques de l'éducation physique, *illustré*. 3<sup>e</sup> éd.
97. MALMEJAC. L'eau dans l'alimentation.
98. STANISLAS MEUNIER. La géologie générale (*Ep.*)
99. DEMENY. Mécanisme et éducation des mouvements, *illustré*. 3<sup>e</sup> éd. 9 fr.
100. BOURDEAU. Hist. de l'habillement et de la parure.
101. MOSSO. Les exercices physiques et le développement intellectuel, *illustré*.
102. LE DANTEC. Les industries chimiques, *illustré*.
103. NORMAN MAYER. L'évolution morganique.
104. COLAJANNI. Latins et Anglo-Saxons. 9 fr.
105. JAVAIL. Principes de la science et de l'écriture, *ill.* 4<sup>e</sup> éd.
106. COSTANTIN. Le transformisme appliqué à l'agriculture, *illustré*.
107. LALOU. Le Socialisme et le Socialisme dans la nature, *illustré*.
108. C<sup>te</sup> CONSTANTIN. Le rôle social. de la guerre.
109. LEB. La dynamique des phénomènes de la vie, *illustré*. 9 fr.
110. CHARLTON BASTIAN. L'Évolution de la vie, *ill.*
111. HUGO DE VRIES. Espèces et variétés, 12 fr.

Prix de chaque volume, cartonné à l'anglaise 6 fr., hormis les nos 99, 104 et 109, vendus 9 fr. et le n° 111 vendu 12 fr.

SCD Lyon 1

Envoi franco contre mandat-poste.



12

Cet ouvrage doit être rapporté le :

05. 12. 85

SCD Lyon 1





H. DE VRIES

ESPECES  
ET  
VARIÉTÉS



32.204



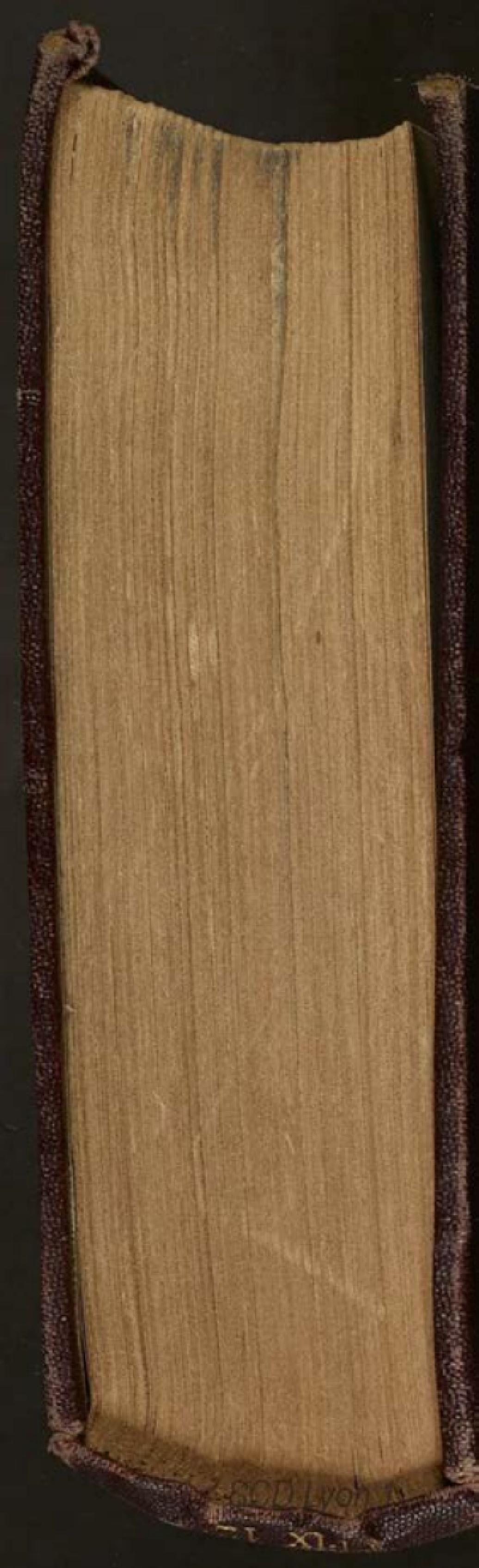
FÉLIX ALCAN

MAGNIER & SES FILS REL.

Prix 12<sup>f</sup>

SCD Lyon 1





1801 Lyon