

41.890

SINES ET MANUFACTURES

AGENDA DUNOD À 2^F 50

1905

USINES
ET
MANUFACTURES

QUAI DES GRANDS AUGUSTINS, 49-PARIS

V^m Ch. DUNOD, ÉDITEUR
49, Quai des Grands-Augustins, PARIS, VI^e

LE GRAISSAGE

et

LES LUBRIFIANTS

THÉORIE ET PRATIQUE DU GRAISSAGE
NATURE, PROPRIÉTÉS ET ESSAIS DES LUBRIFIANTS

Par **L. ARCHBUTT**
Chimiste

Et **R. MOUNTFORD DEELEY**
Ingénieur de chemin de fer

TRADUIT DE L'ANGLAIS ET AUGMENTÉ D'UNE ANNEXE

Par **G. RICHARD**
Ingénieur civil des Mines

In-8° (16 × 25) de 566 pages, avec 236 figures
Broché : 20 francs. — Cartonné : 21 fr. 50

HYGIÈNE des ATELIERS, USINES, etc.

CRÉSYL-JEYES

DESINFECTANT-ANTISEPTIQUE

Adopté par le Service d'Hygiène de Paris et des Départements,
les Municipalités, Hôpitaux, etc.

Préventif le plus sûr contre la Tuberculose et toutes
maladies contagieuses, le Crésyl-Jeyes s'emploie en lavages des
planchers, W-C., pour garnir les crachoirs, etc., etc.

**Prix Spéciaux par Colis postaux, Brochures
et Échantillons franco sur demande.**

PARIS — 35, rue des Francs-Bourgeois, 35 — PARIS

Paris éviter les contrefaçons, exiger cachets ou plombs de garantie
sur tous les récipients ainsi que le nom exact « Crésyl-Jeyes ».

EXPOSITION UNIVERSELLE DE PARIS 1900

MÉDAILLE D'OR

GRAND PRIX

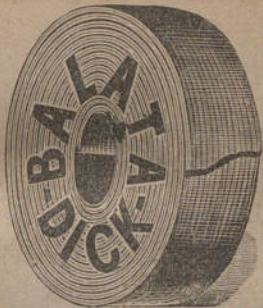
La médaille décernée aux Désinfectants antiseptiques

Collectivité vétérinaire

41-890

"BALATA-DICK"

Solidité sans égale



Supériorité garantie

Dépôt exclusif pour la France :

WANNER & C^{IE}, 67, Avenue de la République
PARIS

Agrafes de tous Systèmes

GRAISSEUR "STAUFFER"
90 0/0 D'ÉCONOMIE

Graisseurs "AUTOMATE", Syst. Wanner et syst. Blanc

COMPTE-GOUTTES PERFECTIONNÉ

GRAISSES CONSISTANTES
Pour Machines et Transmissions de tous genres

GRAPHITE "DIXON"

PEINTURE "DIXON"

A base de Graphite pur



V^{ve} Ch. DUNOD, Éditeur
49, Quai des Grands-Augustins, PARIS (VI^e)

LA SÉCURITÉ
DU TRAVAIL DANS L'INDUSTRIE
MOYENS PRÉVENTIFS
CONTRE LES ACCIDENTS D'USINES
ET D'ATELIERS

PAR

PAUL RAZOUS

INGÉNIEUR CIVIL
INSPECTEUR DÉPARTEMENTAL DU TRAVAIL DANS L'INDUSTRIE

In-8° (17 × 25) de 378 pages avec 222 figures

PRIX : 12 FR. 50

Extrait de la Table des Matières :

Réglementation relative à la sécurité dans les établissements industriels (Décrets des 30 avril 1880, 29 juin 1886, 10 mars 1894). Moteurs, passages, escaliers, excavations, monte-charges. Organes dangereux des machines; maniement des courroies. Engins tournant à grande vitesse. Mise en marche et arrêt des machines. Nettoyage, graissage, réparations. Précautions contre l'incendie. Appareils électriques. Vêtements des ouvriers. Précautions contre les brûlures. Explosions. Milieux délétères. Asphyxie. Sécurité des enfants et des femmes. Vœux formulés par les inspecteurs du travail. Premiers soins à donner en cas d'accident.

ÉLÉVATEURS -- TRANSPORTEURS

SIMPLEX

PARIS - 43^{ter}, rue Lafayette - PARIS



11, rue Guy-Patin, PARIS (X^e)

Station du Métro : BARBES

*Est sans rivale comme courroie de fatigue,
comme qualité et comme prix,
résiste à l'humidité, la chaleur, les poussières
corrosives, les huiles et les acides*

Allongement insignifiant.

*Munie de talons fonctionne au débrayage.
La meilleure comme courroie-transporteur.*

POULIES EN BOIS, MONTE-COURROIES, COURROIES EN CAOUTCHOUC

BALATA, COTON, POIL DE CHAMEAU ET CUIR

Plus de 30 années d'expérience. Références de premier ordre.

TOURNESAC (J^h)

48, Faubourg de France, à BELFORT (Territoire de Belfort)

TELEPH 3.21 — Entrepreneur de travaux publics et particuliers

CONCESSIONNAIRE

Pour la Construction de nouvelles Toitures plates

*Système SEQUIN et KNOBEL (breveté, S. G. D. G.),
meilleur système*

pour toutes les constructions industrielles

USINES.

SCD LYON 1

B. BOTTET, *log^r Représ.*

4, Avenue des Ponts, 4

LYON

Téléphone 19-64

Épuration d'eaux industrielles
Pompes centrifuges et autres
Canalisations fer ou fonte
Robinetterie de tous genres
Accessoires pour chaudières
et machines

Fournitures générales pour Usines

G. CONSTANT Fils

179, rue Nationale, LILLE

Huiles et graisses industrielles.
Câbles anglais pour transmissions (fils fins).
Calorifuges avec chambre d'air pour surchauffé.
Amiantes bruts de l'Oural.



LE WILLIAM'S

Marque Déposée

✂ **LE WILLIAM'S**

BREVETÉ EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Casimir Bez

& SES FILS

BUREAUX :

19, avenue Parmentier. — PARIS

USINES :

à LÉRAN (Ariège)

TÉLÉPHONE

NOUVELLE MÉTHODE DE VAPORISATION¹. — AUGMENTATION
CONSIDÉRABLE DE LA PUISSANCE & DU RENDEMENT DES GÉNÉRATEURS
A VAPEUR. — ÉCONOMIE DE COMBUSTIBLE & D'ENTRETIEN. —
PROPRETÉ CONSTANTE DES TOLES PAR L'ENROBAGE & L'EXPULSION
DES PRÉCIPITÉS CALCAIRES & DES BOUES. —
SUPPRESSION DE TOUTE ATTAQUE DES PAROIS & DE LA ROBI-
NETTERIE. — NOMBREUSES APPLICATIONS & RÉFÉRENCES.

BUREAUX : 19, avenue Parmentier, PARIS. Métro¹: Station Parmentier.

Adresses télégraphiques : LEWILLIAM'S-PARIS; LEWILLIAM'S-LÉRAN.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'APPAREILS A VAPEUR

A. BADÈRE, Successeur

24, Allée Franklin, VILLEMONTBLE (Seine)

Générateurs de vapeur surchauffée
Surchauffeurs — Réchauffeurs d'eau — Tuyauteries
Thermomètres à cadran

¹ Lire la brochure de Wickersheimer (Librairie Dunod 3 fr. 50).

L'EXPURGINE

SEUL PRODUIT NEUTRE

breveté S. G. D. G., composé
de substances végétales,
sans acide, ni soude, ni chaux,
pour l'ÉPURATION des
Eaux INDUSTRIELLES
n'attaquant pas les machines
et propre
à toutes les industries.

SUCCÈS CERTAIN, NOMBREUSES RÉFÉRENCES

L. LACHERY

Laboratoire, Usine et Bureaux
A LIVRY (SEINE-ET-OISE)

AMIANTE

J. Germain, Boisne Frères & C^{ie}

Condé-sur-Noireau (Calvados)

MÉDAILLE D'OR, EXPOSITION 1900

FILS, TISSUS
GARNITURES TRESSÉES
CARTON
MATÉLAS CALORIFUGES
FEUILLES CAOUTCHOUTÉES
PACKINGS, ETC.

Adresse télégr. : AMIANTE
TÉLÉPHONE N° 8

Léon JULLET

A CHALON-SUR-SAONE

(MAISON FONDÉE EN 1860)

Manufacture Générale d'Huiles et Graisses industrielles

Spécialités :

HUILES RUSSES ET AMÉRICAINES

Pour Mouvements, Cylindres, Dynamos, Moteurs,
Automobiles, etc.

SUIFS, SAVONS MOUS, DÉCHETS DE COTON, CARBOLINEUM POUR BOIS, CRYSOÏL DÉSINFECTANT

ANTITARTRE JULLET, breveté S. G. D. G.
pour Chaudières à vapeur

COURROIES, GRAISSEURS, AMIANTE, NIVEAUX ET TOUTES FOURNITURES D'USINES
Tarifs et Echantillons franco

JULES FORTIN

Ingénieur-Constructeur
A RAISMES (Nord)

GÉNÉRATEURS TUBULAIRES
VERTICAUX

Avec réservoir réchauffeur
de vapeur
Système J. FORTIN

GRAISSEURS

Hydrodynamiques automatiques
et continus
Système J. FORTIN

Roues Métalliques extensibles
Système J. FORTIN

KIRCHNER & C^{ie}

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

SCIERIES & MACHINES

à travailler le bois

77, rue Manin

PARIS

GRAND PRIX 1900



SCIE À BURAN

150 machines
en magasin dont
plusieurs fonc-
tionnent devant
les visiteurs

USINES DE PERSAN-BEAUMONT (S.-&-O.)

MANUFACTURE GÉNÉRALE DE
CAOUTCHOUC GUTTA-PERCHA
CABLES & FILS ÉLECTRIQUES

97, Boul. Sébastopol
PARIS

THE INDIA RUBBER, GUTTA PERCHA
& TELEGRAPH WORKS C^o (LIMITED)

USINES
PERSAN (Seine-et-Oise)
SILVERTOWN (Angleterre)

Médailles d'Or aux Expositions, PARIS 1878, 1881 et 1889
Exposition Universelle, Paris 1900 : GRAND PRIX
ET MÉDAILLE D'OR

*Envoi franco, sur demande, de Tarifs comprenant
tous les articles de notre fabrication*

E. & C. PASQUAY
WASSELNHEIM (Alsace)

Première Fabrique

DE

CALORIFUGES

En Déchets de Soie

TRESSES et BOURRELETS, combinés à une COUCHE
D'AIR ISOLATRICE,
réduisant la perte de calorique de **85-95 %**

La brochure "LES CALORIFUGES" de Ch. Pasquay
est à la disposition de MM. les Industriels

Ne pas confondre avec la "REMANITE"

G. NABOULEIX

CONSTRUCTEUR, BREVETÉ S. G. D. G.

A BORDEAUX

Chaudronnerie cuivre et tôle légère, fine et industrielle.

Stérilisateur d'eau et autres liquides par la chaleur.

Chauffages pour serres, habitations, bureaux, séchoirs.

Appareils évaporatoires de tous produits.

Petits appareils à cuire et évaporer dans le vide, depuis 15 litres de capacité, pour bonbons, extraits et divers.

Double-fonds à vapeur, alambics, réfrigérants, condenseurs de tous systèmes.

Laboratoires, pharmacies, distilleries, conserves, etc.

Appareils frigorifiques, tuyautages, etc.

MAISON FONDÉE EN 1838

V^o GOULUT Aîné**GOULUT & BORNE**

SUCCESEURS

Luxeuil-les-Bains (Hte-Saône)**Ateliers de Constructions***Et Fonderies de Fonte et Bronze***TURBINES PERFECTIONNÉES**

DE TOUTS SYSTÈMES

Moulins à Cylindres

SCIERIES — TRANSMISSIONS

CISAILLES ET POINÇONNEUSES

Balanciers à frictions

Régulateurs pour Moteurs hydrauliques

PALIERIS GRAISSEURS AUTOMATIQUES**FABRIQUE DE MEULES EN ÉMERI**

Usine à NANCY, chemin du Stand et rue des Chaliguy

SPÉCIALITÉ DE MEULES

RESISTANT À L'EAU

ET À LA CHALEUR

Ch. SCHALCK**NANCY**

BREVETÉS S. G. D. G.

en France

et à l'Étranger

PRODUITS POUR LE POLISSAGE

MACHINES ET APPAREILS DIVERS*Pour le montage des Meules et l'usage des Scies***HUILES POUR MACHINES****SOCIÉTÉ HENRI RASTIT****MARSEILLE****LA NIVÉLINE**

est le meilleur épurateur
des eaux, c'est aussi
un **ANTI-CALCAIRE** et un
DÉTARTREUR sans pareil
des chaudières à vapeur.

S'adresser à l'inventeur :

HENRI SUSTANDAL

95, rue Clignancourt, 95

PARIS**TARTRIFUGE**

POUR LA DÉSINCROUSTATION DES CHAUDIÈRES

À VAPEUR

M. CHABOUD

GRENOBLE

42, quai Perrière

*Le plus efficace et le plus écono-
mique et demander la circulaire*

35 ANS DE SUCCÈS ET DE CLIENTÈLE
NON INTERROMPUE

MOTEURS & GAZOGÈNES à gaz pauvre

BREVETÉS S. G. D. G.

ÉMILE CATIER, CONSTRUCTEUR
A **BOUSSOIS** (Nord)

LES MEILLEURS SOUS TOUS LES RAPPORTS

Avant d'acheter un gazogène ou moteur à gaz pauvre

DEMANDER PRIX & RENSEIGNEMENTS

V^{ve} Ch. DUNOD, Éditeur

49, Quai des Grands-Augustins, PARIS, VI^e

LES

DÉCHETS INDUSTRIELS

RÉCUPÉRATION - UTILISATION

PAR

PAUL RAZOUS

LICENCIÉ EN SCIENCES MATHÉMATIQUES ET PHYSIQUES

MEMBRE AGRÉGÉ DE L'INSTITUT DES ACTUAIRES

ANCIEN INSPECTEUR DU TRAVAIL DANS L'INDUSTRIE

LAURÉAT DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DU NORD DE LA FRANCE

In-8^o de 380 pages, avec 101 figures

Broché : 12 fr. 50. — Cartonné : 14 fr.

ENTREPRISE A FORFAIT

DE

HANGARS — ATELIERS — USINES

STÉ DE CONSTRUCTIONS ÉCONOMIQUES

FONDÉE EN 1880

11, avenue de l'Opéra, PARIS

G. ALEXIS-GODILLOT, 2, rue Blanche, Paris

Combustion méthodique, chauffage des générateurs avec combustibles ligneux ou minéraux, ténus, pauvres, humides, matières encombrantes, résidus, fabrication.

Rendement supérieur.
Economie. — Sécurité.
Famivorité.

APPLICATION

UTILISATION DES MAUVAIS COMBUSTIBLES

Tannée humide. —
Copeaux de fabr. d'extraits.
Grignons d'olives. — Sciures de bois
humide. — Copeaux de menuis. — Déchets
de teillage. — Balle de riz. — Gadones des villes. —
Résidus de fabricat. de sucre de canne, bagasse, cossette.
Houille, Coke, Anthracite, Lignite, Tourbe à l'état de poussière.

Médaille d'Or : Anvers 1885. — Paris 1900

Membre du Jury : Exposition Universelle, Paris 1889.

G. BORGEAUD

41 et 30, rue des Saints-Pères, 41 et 30

PARIS

Spécialité de

Meubles Classeurs & Matériel

POUR

BUREAUX et BIBLIOTHÈQUES

Bureaux en tous genres, Bibliothèques tournantes,
démontables, extensibles, fixes, etc.
Cartonniers, Meubles classeurs pour fiches, correspondance,
factures, etc.

DEMANDER CATALOGUE ILLUSTRÉ, N° 65

TANNERIE ET MANUFACTURE DE COURROIES

F. BLACHIER & C^{ie}

Siège social : Boulevard Gambetta, 14, GRENOBLE

Usine : route du Teil, MONTÉLIMAR

Courroies cuir, poil de chameau, balata, coton

Fournitures générales pour Usines

Graisse et Huiles industrielles. — Graisseurs. — Liège
pour l'Industrie

Agrales pour courroies. — Poulles en bois

Adresse télégraphique : BLACHIER, Courroies, GRENOBLE

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION
DES

APPAREILS KOERTING

Société anonyme au capital de 500.000 francs

PARIS - 20, rue de la Chapelle, 20 - PARIS

140 Médailles Or, Vermeil et Argent

APPAREILS A JETS, PULSOMÈTRES, INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE

Moteurs à Gaz

Gazogènes

Condenseur
automatique à jet
l'eau

Breveté S. G. D. G.

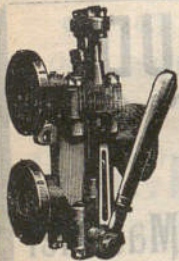
N^o1 Pompes à Air ni
Pompes à Eau

Pour Machines de toutes formes

Refroidissement de l'eau
au moyen de nos

Tuyères de pulvérisation

Brevetées S. G. D. G.



Injecteurs universels, brevetés s. g. d. g., fonctionnant avec une sûreté absolue à toutes pressions de vapeur sans réglage aucun, alimentant avec de l'eau à 66° centigr.

Installations complètes de chauffages, de tous les systèmes : vapeur, eau chaude et air chaud, Tuyaux à ailettes à grande surface de chauffe. Radiateurs. Combinaison du chauffage par la vapeur avec l'éclairage électrique. Exploitation très avantageuse. — Entreprise à forfait.

Moteurs à gaz et Gazogènes, systèmes perfectionnés. Pulsomètres système Koerting, 40 p. 100 d'économie de vapeur. Ventilateurs en fer, plomb, terre, etc., pour tous usages. Agitateurs de liquides à jet de vapeur. Aspirateurs et Compresseurs d'air ou de gaz.

Elévateurs ou pompes à jet de vapeur. Pompes de cale, Pompes à incendie, Elévateurs de circulation pour cuvier à couler les étouffes. Pompes pneumatiques pour laboratoires. Valves pour eau et vapeur. Purgeurs automatiques pour conduites de vapeur. Appareils spéciaux pour Usines à gaz et Sucreries. Graisseurs automatiques à graisse solide, 90 p. 100 d'économie.

DEVIS. PLANS & CATALOGUES GRATIS & FRANCO

MANUFACTURES

USINES

M. PAUL AZOUB

ET

MANUFACTURES

1905

1906

PARIS

EDITEUR

APPAREILS KOERTING

2013 - 20 rue de la Chapelle - PARIS

USINES

87

MANUFACTURES
TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.

1905

Agenda Dunod à 2 fr. 50

USINES 41,890

ET

MANUFACTURES

PAR

M. PAUL RAZOUS

Ingénieur civil

Licencié ès sciences Mathématiques et ès sciences Physiques

Ex-inspecteur du travail dans l'industrie

Lauréat de la Société industrielle du Nord de la France (1897 et 1899)

A L'USAGE DES

Constructeurs de bâtiments industriels,
des Ingénieurs et des Directeurs d'usines
et de manufactures,
des Contremaîtres et des Chefs d'ateliers.

4^e Édition revue et augmentée.

1905

PARIS (VI^e)

V^{VE} CH. DUNOD, ÉDITEUR

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

Agenda Dunod à 2 fr. 50

USINES A 1.800

ET
MANUFACTURES

PAR
M. PAUL RAZOUS

Ingenieur civil
Licencié en sciences Mathématiques et en sciences Physiques
Ex-membre du jury de l'industrie
Membre de la Société industrielle de France (1887 et 1890)

A L'EGALE OEE

Conseillers de bâtiments industriels,
des Ingénieurs et des Directeurs d'usines
et de manufactures,
des Constructeurs et des Chefs d'ateliers.

7- Billon route de Angoulême.

1905

PARIS (VI)

V. CH. DUNOD, ÉDITEUR

49, rue des Grands-Augustins, 49

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I. — Choix de l'emplacement d'une usine.

	Pages.
1. Position géographique	1
2. Position locale : réglementation des établissements dangereux, insalubres ou incommodes. Nomenclature par ordre alphabétique de ces établissements.....	2

CHAPITRE II. — Formes générales des usines et données sommaires sur leur construction.

1. Usines à pans de bois.....	32
2. Usines à pans de fer.....	33
3. Usines à crémaillère.....	35
4. Usines en forme de hall.....	36
5. Usines à plusieurs étages.....	36
6. Usines coloniales.....	40
7. Salles des chaudières; magasins.....	41
8. Construction des fours industriels.....	41
9. Construction des cheminées d'usines; dimensions; genres de cheminées; cheminées en briques; cheminées en tôle.....	44
10. Cabinets d'aisances et urinoirs. Fosses fixes. Fosses mobiles. Cabinets d'aisances. Urinoirs.....	48

CHAPITRE III. — Organisation d'une usine au point de vue mécanique. Machines motrices.

§ 1. Moteurs à vapeur.

A. Chaudières à vapeur.

Chaudières à grands corps.....	55
Chaudière française à bouilleurs.....	55
Chaudières à réchauffeurs latéraux.....	57
Chaudières à foyer intérieur.....	57
Chaudières à tubes de fumée.....	58
Chaudières à tubes d'eau.....	60
Alimentation des chaudières en eau.....	62
Amélioration du rendement des chaudières.....	65
Choix d'une chaudière.....	72
Essai d'une chaudière.....	75

B. <i>Conduite de vapeur.</i>	
C. <i>Machines à vapeur.</i>	
a) — Machines à piston, tige, bielle et manivelle.....	77
b) — Machines sans bielle ou machines oscillantes.....	83
c) — Machines sans tige ou machines à soufflet.....	83
d) — Machines sans tige et sans bielle.....	84
e) — Machines rotatives.....	84
f) — Turbines à vapeur.....	85
g) — Consommation des machines à vapeur en vapeur et en charbon.....	87

§ 2. *Moteurs hydrauliques.*

A. <i>Roues hydrauliques</i> : roues à augets ou roues en dessus ; roues en dessous à aubes planes ; roues de côté ; roues Poncelet.....	90
B. <i>Turbines</i> : turbines parallèles ; turbines centrifuges ; turbines centripètes ; turbines mixtes. Prix d'installation des turbines. Prix de revient de la force motrice hydraulique.....	93

§ 3. *Moteurs à gaz.*

Principaux types de moteurs à gaz utilisés industriellement ; choix d'un moteur à gaz ; installation des moteurs à gaz.....	100
--	-----

§ 4. *Moteurs à pétrole et à alcool*

Carburation de l'air par les vapeurs de pétrole ; vaporisation de l'al- cool ; allumeurs ; régénérateurs.....	103
--	-----

CHAPITRE IV. — **Transports de force et transmissions de mouvement.**

§ 1. <i>Transport électrique de la force.</i>	
Usines hydro-électriques ; installation de l'usine génératrice ; dis- tribution de force ; commande électrique des machines d'une même usine ; installations actuelles de transport de force par l'électricité.....	109
2. <i>Transmissions de mouvement par courroies et câbles.</i>	
Arbres de transmission ; paliers ; accouplement des arbres de transmission ; manchons d'assemblage ; appareils d'em- brayage ; poulies ; courroies ; calcul des courroies ; dimen- sions des courroies.....	118

3.	<i>Transmissions funiculaires ou par câbles.</i>	
	Transmissions par câbles métalliques; préservation des câbles métalliques; transmissions par câbles en chanvre ou cordes; câbles en cuir.....	133
4.	Transmissions par engrenages.....	140
5.	Transmission par flexible.....	143

CHAPITRE V. — Machines-outils, métiers et meules.

1.	Machines-outils.....	144
2.	Métiers.....	144
3.	<i>Meules</i> : meules naturelles, meules artificielles. Emplacement des meules.....	145

CHAPITRE VI. — Machines et dispositifs utilisés pour le déplacement des fardeaux.

1.	Appareils ne pouvant effectuer que le déplacement vertical des fardeaux.....	152
2.	Appareils permettant le déplacement des fardeaux dans plusieurs sens.....	156

CHAPITRE VII. — Chauffage industriel.

1.	Des combustibles industriels.....	159
2.	Chauffage des ateliers industriels.....	170
3.	Gazéification des combustibles solides; gazogènes.....	176
4.	Conduite des fours.....	181
5.	Séchage et étuvage industriels.....	183

CHAPITRE VIII. — Emploi de l'eau dans l'industrie.

1.	Usages industriels de l'eau.....	188
2.	Usage individuel de l'eau comme boisson et comme agent de propreté.....	192
3.	Eaux résiduaires et de lavage.....	196
4.	Élévation de l'eau.....	199

CHAPITRE IX. — Mesures à prendre dans les ateliers ou le risque d'incendie est très grand.

1.	Sous-sol.....	205
----	---------------	-----

	Pages.
2. Combles.....	206
3. Dispositifs de sûreté pour les parties de la construction en bois ou en fer.....	206
4. Division de l'exploitation et des étages.....	207
5. Vestibules, escaliers, couloirs, dispositifs d'évacuation.....	208
6. Cours et passages.....	209
7. Chauffage.....	209
8. Éclairage à l'huile minérale et au gaz.....	210
9. Installation électrique et éclairage.....	211
10. Signal d'alarme.....	212
11. Appareils d'extinction et de sauvetage.....	212

CHAPITRE X. — Législation industrielle.

1. Loi du 24 juillet 1867 sur les sociétés, avec les modifications apportées par la loi du 1 ^{er} août 1893.....	214
2. Établissement des conducteurs d'énergie électrique autres que les conducteurs télégraphiques et téléphoniques.....	227
Prescriptions techniques spéciales aux conducteurs aériens.....	235
Prescriptions techniques spéciales aux conducteurs souterrains.....	237
Tramways.....	239
Dispositions générales.....	240
3. Réglementation du travail.....	241
4. Réparation civile des accidents.....	264
5. Règlement des conflits entre les patrons et les ouvriers.....	277
6. Loi du 12 janvier 1875 sur la saisie-arrêt des salaires des ouvriers ou employés.....	284

Partie commerciale.

Liste, par spécialités, des principaux fournisseurs de l'industrie.

TABLES ET FORMULES USUELLES

	Pages.
Arithmétique	I
<i>Proportions</i>	I
<i>Progressions</i>	I
<i>Trigonométrie</i>	II
<i>Facteurs usuels</i>	III
Géométrie	IV
<i>Surfaces</i>	IV
<i>Volumes</i>	VI
Carrés, cubes, circonférences, surfaces et logarithmes des nombres ou diamètres	VII
Arcs, cordes, flèches et surfaces des segments	X
Tangentes et cotangentes	XII
Sinus et cosinus des angles	XIII
Intérêts composés	XIV
Temps de l'amortissement	XV
Valeur de 1 franc payable à la fin de n années	XVI
Taux de l'amortissement	XVII
Annuités d'amortissement	XVIII
Transformation des pentes métriques en degrés d'inclinaison	XIX
Transformation des degrés d'inclinaison en pentes métriques	XIX
Transformation de fractions ordinaires en fractions décimales	XX
Transformation des litres par seconde en litres par minute	XX
Mesures métriques	XXI
Mesures de la marine	XXII
<i>Mesures de longueur</i>	XXII
<i>Mesures topographiques</i>	XXII
<i>Mesures de volume</i>	XXII
Mesures de certaines substances	XXII
Mesures anglaises	XXIII
Autres mesures étrangères	XXIV
<i>Mesures de longueur</i>	XXIV
<i>Mesures itinéraires</i>	XXIV
<i>Mesures de poids</i>	XXIV
Anciennes mesures françaises	XXV
Mesures agraires	XXVI
Poids et diamètres des monnaies	XXV
Monnaies usuelles des pays étrangers	XXV
Densités des gaz	XXVI

	Pages.
Densités des vapeurs	XXVI
Densités des liquides	XXVI
Densités des solides	XXVII
Poids des matériaux de construction.....	XXVIII
Poids des feuilles de tôle en fer laminé, cuivre rouge, plomb, zinc, étain, argent.....	XXIX
Numéros et poids des feuilles de zinc laminé.....	XXIX
Poids des fers carrés et ronds	XXX
Météorologie	XXXI
Températures	XXXI
Vitesse du son et de la lumière.....	XXXI
Pressions des vents	XXXI
Neige.....	XXXI
Points de fusion.....	XXXII
Points d'ébullition.....	XXXII
Coefficients de dilatation linéaire.....	XXXII

Extrait du Catalogue de la librairie Dunod.

1° Electricité, télégraphie, téléphonie.....	XXXIII
2° Mécanique et machines.....	XXXV
3° Chimie et industries chimiques.....	XXXVIII
4° Travaux publics, constructions civiles et architecture.....	XLIII
5° Géologie, minéralogie, mines et métallurgie.....	LVI
6° Administration, législation et divers.....	LVII

Feuillets quotidiens de l'Agenda.

JANVIER



Les jours croissent de
1 heure 5 minutes

FÉVRIER



Les jours croissent de
1 heure 33 minutes

MARS



Les jours croissent de
1 heure 52 minutes

N. L. le 5, à 6 h. 26 s.
P. Q. le 13, à 8 h. 20 s.
P. L. le 21, à 7 h. 23 m.
D. Q. le 28, à 11 h. 23 m.

N. L. le 4, à 11 h. 15 m.
P. Q. le 12, à 4 h. 29 s.
P. L. le 19, à 7 h. 1 s.
D. Q. le 26, à 10 h. 13 m.

N. L. le 6, à 5 h. 28 m.
P. Q. le 14 à 9 h. 9 m.
P. L. le 21, à 5 h. 5 m.
D. Q. le 27, à 9 h. 44 s.

1 **D** CIRCONCISION
2 **L** S. Basile
3 **M** S^e Geneviève
4 **M** S. Rigobert
5 **J** S^e Emilie ☉
6 **V** EPIPHANIE
7 **S** S^e Melanie
8 **D** S. Lucien
9 **L** S. Julien
10 **M** S. Guillaume
11 **M** S^e Hortense
12 **J** S. Arzadius
13 **V** Bapt. J.-C. ☽
14 **S** S. Hilaire
15 **D** S. Paul, év.
16 **L** S. Maur
17 **M** S. Antoine
18 **M** Ch. de s. P.
19 **J** S. Sulpice
20 **V** S. Sébast. ☉
21 **S** S^e Agnes
22 **D** S. Vincent
23 **L** S. Ildefonse
24 **M** S. Babybas
25 **M** Conv. S. P.
26 **J** S. Polycarpe
27 **V** S^e Angèle ☿
28 **S** S. Charlem.
29 **D** S. Fr. de Sal.
30 **L** S^e Bathilde
31 **M** S^e Marcelle

1 **M** S^e Brigitte
2 **J** PURIFICAT.
3 **V** S. Blaise ●
4 **S** S. Gilbert
5 **D** S^e Agathe
6 **L** S. Amand
7 **M** S. Romuald
8 **M** S. Jean de M.
9 **J** S^e Appoline
10 **V** S^e Scholastiq
11 **S** S. Adolphe
12 **D** S^e Eulalie ☽
13 **L** S. Lézin
14 **M** S. Valentin
15 **M** S. Faustin
16 **J** S^e Julienne
17 **V** S. Théodule
18 **S** S. Siméon
19 **D** SEPTUAGÉ. ☉
20 **L** S. Sylvain
21 **M** S. Pépin
22 **M** S^e Isabelle
23 **J** S. Méraud
24 **V** S. Mathias
25 **S** S. Nicéph. ☿
26 **D** SEXAGESIME
27 **L** S^e Honorine
28 **M** S. Romain

Nbre d'or 6 Épacte 24
C. s. 10 Ind. 3 I. d. A.

1 **M** S. Aubin
2 **J** S. Simplicie
3 **V** S. Marin
4 **S** S. Cyrille
5 **D** QUINQUAG. ●
6 **L** S^e Colette
7 **M** MARDI-GRAS
8 **M** Cendres
9 **J** S^e Françoise
10 **V** S^e Dorotheé
11 **S** S. Euloge
12 **D** QUADRAGÉS.
13 **L** S^e Euphra. ☽
14 **M** S^e Mathilde
15 **M** S. Zacharie
16 **J** S^e Octavie
17 **V** S^e Gertrude
18 **S** S. Alexandre
19 **D** REMINISCE
20 **L** S. Joachim ☽
21 **M** S. Benoît
22 **M** S^e Léa
23 **J** S. Victorien
24 **V** S. Gabriel
25 **S** ANNONCIAT.
26 **D** OCULI
27 **L** S. Jean, er. ☿
28 **M** S. Gontran
29 **M** S^e Lydie
30 **J** S. Amédée
31 **V** S. Benjamin

AVRIL



Les jours croissent de
1 heure 43 minutes

N. L. le 4, à 11 h. 33 s.
P. Q. le 12, à 9 h. 51 s.
P. L. le 19, à 1 h. 47 s.
D. Q. le 7, à 6 h. 2 m.

1 S S. Hugues
2 D LÆTARE
3 L S. Richard
4 M S. Ambroi. ●
5 M S. Vincent
6 J S. Célestin
7 V S. Clotaire
8 S S. Albert
9 D PASSION
10 L S. Macaire
11 M S. Léon, p.
12 M S. Jules ☽
13 J S. Justin
14 V S. Tiburce
15 S S. Maxime
16 D RAMEAUX
17 L S. Anicet
18 M S. Parfait
19 M S. Léontin. ☽
20 J S. Théodore
21 V VEND-SAINT
22 S S. Opportune
23 D PAQUES
24 L S. Léger
25 M S. Gaston €
26 M S. Clet, pape
27 J S. Anastase
28 V S. Fernand
29 S S. Aimée
30 D QJASIMODO

MAI



Les jours croissent de
1 heure 20 minutes

N. L. le 4, à 3 h. 59 s.
P. Q. le 12, à 6 h. 55 m.
P. L. le 18, à 9 h. 45 s.
D. Q. le 26, à 2 h. 59 m

1 L S. J. S. Ph.
2 M S. Athanase
3 M Inv. S. Croix
4 J S. Antoin. ●
5 V Conv. S. A.
6 S S. Jean P. L.
7 D S. Stanislas
8 L S. Désiré
9 M S. Grégoire
10 M S. Antony
11 J S. Florent ☽
12 V S. Flavie
13 S S. Servais
14 D S. Pont
15 L S. Isidore
16 M S. Honoré
17 M S. Pascal
18 J S. Juliette ☽
19 V S. Yves
20 S S. Bernardin
21 D S. Hospice
22 L S. Julie
23 M S. Didier
24 M S. F. Régis
25 J S. Urbain €
26 V S. Phil. de N.
27 S S. Ildebert
28 D S. Emile
29 L ROGATIONS
30 M S. Ferdinand
31 M S. Félicie

JUIN



Les jours croissent de
16 minutes

P. Q. le 3, à 6 h. 6 m.
P. L. le 10, à 1 h. 14 s.
D. Q. le 17, à 6 h. 0 m.
N. L. le 24, à 7 h. 55 s.

1 J ASCENSION
2 V S. Pothin ●
3 S S. Clotilde
4 D S. Emma
5 L S. Florence
6 M S. Norbert
7 M S. Lié
8 J S. Médard
9 V S. Pélagie
10 S S. Maurin ☽
11 D PENTECOTE
12 L S. Olympe
13 M S. A. de P.
14 M S. Rufin
15 J S. Abraham
16 V S. Cyr ☽
17 S S. Avit
18 D TRINITÉ
19 L S. Gervais
20 M S. Sylvere
21 M S. Alice
22 J FÊTE-DIEU
23 V S. Félix
24 S Nat. s'J.-B. €
25 D S. Prosper
26 L S. Héloïse
27 M S. Adèle
28 M S. Irénée, év.
29 J S. P. S. P.
30 V Com. s^t Paul

JUILLET



Les jours diminuent de
57 minutes

N. L. le 2, à 5 h. 59 s.
P. Q. le 9, à 5 h. 55 s.
P. L. le 16, à 3 h. 41 s.
D. Q. le 24, à 1 h. 18 s.

1 S S. Martial
2 D Vis. de la V. ●
3 L S. Anatole
4 M S. Berthe
5 M S. Zoé
6 J S. Lucie
7 V S. Elie
8 S S. Virginie
9 D S. Blanche ☽
10 L S. Félicité
11 M S. Cyprien
12 M S. Frédéric
13 J S. Eugène
14 V FÊTE NAT.
15 S S. Henri
16 D S. Estelle ☽
17 L S. Alexis
18 M S. Camille
19 M S. Vin. de P.
20 J S. Marguer.
21 V S. Victor
22 S S. Marie Maj.
23 D S. Appollin.
24 L S. Christin. ☾
25 M S. Christoph
26 M S. Anne
27 J S. Nathalie
28 V S. Samson
29 S S. Marthe
30 D S. Ignace
31 L S. Ger. l'A. ●

AOUT



Les jours diminuent de
1 heure 38 minutes

N. L. le 1^{er}, à 4 h. 12 m.
P. Q. le 7, à 10 h. 25 s.
P. L. le 15, à 3 h. 41 m.
D. Q. le 23, à 6 h. 19 m.
N. L. le 30, à 1 h. 22 s.

1 M S. Sophie
2 M S. Alphonse
3 J S. Etienne
4 V S. Dominiq.
5 S S. Abel
6 D Tr. de J. C.
7 L S. Gaëtan ☽
8 M S. Léonide
9 M S. Amour
10 J S. Laurent
11 V S. Suzanne
12 S S. Claire
13 D S. Hippolyte
14 L S. Eusebe ☽
15 M ASSOMPT.
16 M S. Roch
17 J S. Mammès
18 V S. Hélène
19 S S. Louis, év.
20 D S. Bernard
21 L S. Jeanne
22 M S. Maur ☾
23 M S. Caroline
24 J S. Barthélem
25 V S. Louis, roi
26 S S. Rose
27 D S. Césaire
28 L S. Augustin
29 M Déc. de st J.
30 M S. Fiacre ☽
31 J S. Raymond

SEPTEMBRE



Les jours diminuent de
1 heure 46 minutes

N. L. le 6, à 4 h. 18 m.
P. Q. le 13, à 6 h. 19 s.
P. L. le 21, à 10 h. 23 s.
D. Q. le 28, à 10 h. 8 s.

1 V S. Leu s' Gill.
2 S S. Antonin
3 D S. Euphémie
4 L S. Rosalie
5 M S. Bertin ☽
6 M S. Reine
7 J S. Cloud
8 V Nat. de la V.
9 S S. Omer, év.
10 D S. Pulchérie
11 L S. Hyacinthe
12 M S. Léonce
13 M S. Maurille ☽
14 J Exal. St. Cr.
15 V S. Valérien
16 S S. Corneille
17 D S. Lambert
18 L S. Ferréol
19 M S. Gustave
20 M S. Eustac. e.
21 J S. Mathieu ☾
22 V S. Maurice
23 S S. Célestine
24 D S. Andoche
25 L S. Firmin
26 M S. Justine
27 M S. Côme s. D.
28 J S. Clémen. ●
29 V S. Michel
30 S S. Jérôme

OCTOBRE



Les jours diminuent de
1 heure 48 minutes

P. Q. le 5, à 1 h. 3 s.

P. L. le 13, à 11 h. 12 m.

D. Q. le 21, à 1 h. 0 s.

N. L. le 28, à 7 h. 7 m.

- 1 D S. Rémy
- 2 L SS. Anges
- 3 M S. Fauste
- 4 M S. Fr. d'As.
- 5 J S. Constant ☿
- 6 V S. Bruno
- 7 S S. Auguste
- 8 D S. Fanny
- 9 L S. Denis, év.
- 10 M S. Lydie
- 11 M S. Clémence
- 12 J S. Séraph. ☿
- 13 V S. Edouard
- 14 S S. Calixte
- 15 D S. Thérèse
- 16 L S. Gal. évêq.
- 17 M S. Florentin.
- 18 M S. Luc, évan.
- 19 J S. Savinien
- 20 V S. Caprais
- 21 S S. Céline ☾
- 22 D S. Mellon, év.
- 23 L S. Hilarion
- 24 M S. Magloire
- 25 M S. Crépin
- 26 J S. Rustique
- 27 V S. Simon ☉
- 28 S S. Alfred
- 29 D S. Narcisse
- 30 L S. Lucain
- 31 M S. Quentin

NOVEMBRE



Les jours diminuent de
1 heure 19 minutes

P. Q. le 4, à 1 h. 48 m.

P. L. le 12, à 5 h. 20 m.

D. Q. le 20, à 1 h. 43 m.

N. L. le 26, à 4 h. 56 s.

- 1 M TOUSSAINT
- 2 J Trépassés
- 3 V S. Hubert ☽
- 4 S S. Charles B.
- 5 D S. Théotime
- 6 L S. Léonard
- 7 M S. Ernest
- 8 M S. Reliques
- 9 J S. Mathurin
- 10 V S. Juste
- 11 S S. Martin ☿
- 12 D S. René
- 13 L S. Brice
- 14 M S. Philomén.
- 15 M S. Eugénie
- 16 J S. Edme
- 17 V S. Aignan
- 18 S S. Claudine
- 19 D S. Elisabe. ☾
- 20 L S. Edmond
- 21 M Pr. de la V.
- 22 M S. Cécile
- 23 J S. Clément
- 24 V S. Flore
- 25 S S. Catherine
- 26 D S. Delphi. ☉
- 27 L S. Séverin
- 28 M S. Sosthène
- 29 M S. Saturnin
- 30 J S. André

DÉCEMBRE



Les jours diminuent de
29 minutes

P. Q. le 3, à 6 h. 47 s.

P. L. le 11, à 11 h. 35 s.

D. Q. le 19, à 0 h. 18 s.

N. L. le 26, à 4 h. 13 m.

- 1 V S. Eloi
- 2 S S. Aurélie
- 3 D AVENT ☽
- 4 L S. Barbe
- 5 M S. Sabbas
- 6 M S. Nicolas
- 7 J S. Fare
- 8 V Imm. Conc.
- 9 S S. Leocadie
- 10 D S. Annette
- 11 L S. Daniel ☿
- 12 M S. Constance
- 13 M S. Luce
- 14 J S. Nicaise
- 15 V S. Mesmin
- 16 S S. Adélaïde
- 17 D S. Lazare
- 18 L S. Gation
- 19 M S. Darius ☾
- 20 M S. Philogon
- 21 J S. Thomas
- 22 V S. Honorat
- 23 S S. Victoire
- 24 D S. Emilienn
- 25 L NOEL ☾
- 26 M S. Etienne
- 27 M S. Jean, év.
- 28 J S. Innocent
- 29 V S. Eléonore
- 30 S S. Sabïn
- 31 D S. Sylvestre

USINES ET MANUFACTURES

CONSTRUCTION. INSTALLATION. LÉGISLATION

CHAPITRE I

CHOIX DE L'EMPLACEMENT D'UNE USINE

§ 1. — Position géographique.

Le choix de l'emplacement d'une usine à construire est déterminé par plusieurs considérations, motivées toutes par la nécessité de fabriquer d'excellents produits au plus bas prix possible.

La meilleure position géographique est celle pour laquelle :

1° Les frais de transport et le coût des matières premières sont réduits au chiffre le plus faible ;

2° La dépense de force motrice est un minimum ;

3° Les débouchés des produits fabriqués deviennent nombreux et peu éloignés.

Ces conditions sont, en général, difficiles à remplir simultanément et il convient, dans chaque cas particulier, de tenir compte de la plus importante, sans toutefois négliger les autres. Lorsque la matière première est lourde et encombrante, le lieu naturel de l'emplacement d'une usine paraît être celui où se concentre cette matière ; c'est ainsi qu'on trouve toujours les usines métallurgiques près des gisements de minerais, les fabriques de produits chimiques minéraux près des lieux d'extraction, les tuileries et briqueteries à côté de bancs importants de terre argileuse, les sucreries au centre des exploitations de betteraves. Les développements de la chimie industrielle ont permis de faire rentrer dans le cercle des opérations, des résidus qui, au lieu de passer dans la masse des rebuts, sont utilisés, régénérés, revivifiés ; il est évident que, lorsque ces résidus ou ces déchets sont lourds, encombrants ou putrescibles, les établissements qui les utilisent comme matières premières doivent être situés au voisinage de ceux qui les rejettent, ou bien constituer des dépendances de ces derniers.

Quand la matière première n'est pas d'un poids très considérable et que ses frais de transport sont une fraction infiniment petite de la valeur qu'elle doit prendre par le travail, l'emplacement le plus convenable est déterminé par le bon marché d'un des éléments de la fabrication, la force motrice, le combustible ou l'eau. C'est ainsi que beaucoup de filatures et de moulins se sont concentrés le long des cours d'eau pour utiliser la force hydraulique, de nombreuses usines ont été édifiées à proximité des bassins houillers afin de réduire au chiffre le plus faible les frais de transport du combustible. Il convient pourtant de remarquer que cette considération de la proximité des gisements de houille perdra une partie de sa valeur à mesure que le transport électrique de la force motrice se perfectionnera et se développera. Ce sera plutôt au voisinage de forces hydrauliques naturelles que se créeront de nouveaux centres industriels.

Les conditions de position commerciale et de débouchés présentent aussi une grande importance. La proximité du lieu de consommation des produits fabriqués est très avantageuse, car elle permet au fabricant de se rendre bien plus facilement compte des désirs et des besoins du consommateur. De plus, les frais de transport sont réduits au chiffre le plus faible. La généralisation du principe de la division du travail relie aussi plusieurs genres d'industries, les unes employant comme matières premières ou comme accessoires de fabrication les produits fabriqués par les autres; ces diverses usines ou manufactures doivent donc être voisines. Pour cette raison, une usine de teinture et d'apprêts ne peut qu'être installée à proximité de peignages, filatures et tissages. C'est également en vertu du même principe que, dans la région de Reims et d'Épernay, centre de la fabrication des vins de Champagne, dans la Bourgogne et dans le Bordelais se sont installées des verreries, des ateliers de tonnellerie, de menuiserie pour caisses d'emballage, de vannerie, des fabriques de bouchons, d'agrafes et de capsules pour bouteilles.

Dans son ouvrage *Economie industrielle*, l'Anglais Babbage indique aussi comme condition essentielle dans la création d'établissements nouveaux de se rapprocher des centres de fabrication déjà établis pour des produits analogues à ceux qu'on veut fabriquer. Ces centres, formant le grand marché d'un produit manufacturé peuplé d'ouvriers qui, de génération en génération, ont acquis une habileté spéciale, offrent des chances de succès qu'on ne saurait rencontrer ailleurs.

§ 2. — Position locale.

La situation géographique d'une usine étant déterminée, il faut, dans la fixation de sa position locale définitive, faire intervenir, en même temps que les considérations précédentes, la facilité d'agran-

dissement de l'établissement qu'on se propose de créer et la nécessité d'occasionner le moindre dommage aux groupes d'habitations et aux terrains environnants.

Plusieurs établissements industriels exercent, en effet, par suite de leur fonctionnement, une influence plus ou moins fâcheuse sur la salubrité et la sécurité du voisinage. Le préjudice causé est dû soit à des gaz ou des vapeurs qui, en se répandant à des distances plus ou moins éloignées, finissent par incommoder ceux qui les respirent et exercent une action désastreuse sur les propriétés d'alentour, soit à des résidus de fabrication solides et liquides qui amènent rapidement la souillure des eaux et du sol, soit enfin aux risques d'accidents que fait courir au voisinage la présence d'appareils, engins ou matériaux susceptibles de nuire par explosion ou par incendie. Il existe aussi, pour une certaine catégorie d'industries, une autre cause de danger beaucoup moins commune; c'est celle qui provient de la présence d'animaux susceptibles de renverser, attaquer ou mordre, comme cela peut arriver, par exemple, dans les abattoirs, les clos d'équarrissage ou les infirmeries d'animaux.

Outre les causes de nuisance, d'insalubrité et d'insécurité, il y a la cause d'incommodité qui réside dans la production de faits préjudiciables donnant lieu à une gêne proprement dite plutôt qu'à une action insalubre; l'odeur désagréable de certains dégagements, le bruit, avec ou sans ébranlement du sol et des constructions voisines, rentrent dans cette catégorie.

Les préjudices dont il vient d'être parlé éveillèrent l'attention du législateur, qui, en 1809, pria l'Institut de lui fournir un rapport sur le parti à prendre relativement aux fabriques dont le voisinage peut nuire aux particuliers.

La section de chimie fut chargée de cet important travail, où furent développées de remarquables considérations qui sont entièrement vraies aujourd'hui et que, pour cette raison, nous reproduisons partiellement ci-après :

« En comparant les fabriques qui existaient il y a vingt ans avec celles qui sont aujourd'hui en activité, on est frappé de l'amélioration que les procédés qu'on suit dans ces dernières ont éprouvée, et, en même temps, on est forcé de convenir qu'elles doivent cet avantage aux lumières qu'elles ont empruntées de la chimie et de l'heureuse application qu'elles ont su en faire.

« Par une conséquence naturelle de cet état de choses, le nombre des fabriques a dû nécessairement augmenter et l'industrie nationale, en se perfectionnant, a dû nécessairement aussi donner lieu à de nombreuses spéculations dont les résultats sont devenus d'autant plus avantageux qu'ils ont tourné au profit de la société.

« Mais si, d'un côté, on doit savoir gré aux fabricants du zèle qu'ils mettent à poursuivre leurs travaux et à les multiplier, ainsi que des

sacrifices que souvent ils font avant même d'avoir acquis la certitude d'obtenir des succès, on a aussi quelques reproches à leur faire sur l'insouciance avec laquelle plusieurs d'entre eux choisissent les localités où ils établissent leurs fabriques.

« Uniquement occupés de l'emploi des moyens qui doivent leur procurer les résultats qu'ils désirent obtenir, ils ne cherchent pas toujours à s'assurer si les matières premières dont ils se servent ou les produits qu'ils en séparent donnent, pendant leur traitement, naissance à des vapeurs d'une odeur désagréable qui, en se répandant plus ou moins promptement, et à des distances plus ou moins éloignées, finissent par incommoder ceux qui les respirent. C'est sans doute à ce peu de précautions ou à cet oubli qu'on doit attribuer les plaintes contre certaines fabriques et les demandes réitérées tendant à obtenir leur suspension ou au moins leur éloignement des lieux environnés d'habitations.

« S'il est impossible de ne pas reconnaître souvent la justesse de ces plaintes, on est forcé de convenir que, quelquefois, elles n'ont pour véritable prétexte que des inquiétudes mal fondées, des préventions, des jalousies et des rivalités.

« Il devenait donc nécessaire de chercher des moyens qui, en dissipant à cet égard toute espèce d'incertitude, fixassent d'une manière sûre et constante les bases sur lesquelles doivent être établies les décisions des magistrats devant lesquels les plaintes étaient portées. »

Voici maintenant les conclusions de cet intéressant rapport :

1^o Toutes les fabriques existantes, soit dans les villes, soit dans les environs, n'étant pas également susceptibles de devenir incommodes, de nuire à la salubrité et de causer des inquiétudes par rapport aux accidents auxquels elles peuvent donner lieu, leur éloignement des endroits habités n'est pas également nécessaire ;

2^o Pour établir les différences qui existent entre ces fabriques considérées sous le rapport des inconvénients dont elles sont susceptibles, il convient de les diviser en trois classes ;

3^o Dans la première classe, on peut placer les fabriques qui, donnant naissance à des émanations incommodes et insalubres, doivent nécessairement être très éloignées des habitations ;

4^o Les fabriques de seconde classe, formées de toutes celles qui, ne devenant susceptibles d'inconvénients qu'autant que les opérations qu'on y pratique sont mal exécutées, doivent être soumises à une surveillance exacte et sévère, sans exiger qu'elles soient aussi éloignées que les premières. Seulement, il serait à désirer que les grandes fabriques d'acides minéraux fussent toujours placées à l'extrémité des villes, dans les quartiers peu peuplés ;

5^o Les fabriques de troisième classe, n'étant sujettes à aucun inconvénient, n'offrent point de motifs pour qu'on ne consente pas à ce qu'elles soient placées auprès des habitations ;

6° Il est difficile, pour ne pas dire impossible, de déterminer les distances où il doit être permis aux fabricants de première classe de s'établir, mais il est à propos de leur imposer d'une manière générale l'obligation de s'éloigner des lieux habités :

7° Provisoirement, on pourrait laisser aux autorités chargées de la police et de la surveillance des fabriques le soin de s'assurer si les localités choisies par des fabricants sont à une assez grande distance des habitations ou placées de manière à ne pas porter préjudice à leurs voisins :

8° Tout fabricant qui voudra s'établir sera tenu de demander la permission aux autorités compétentes et désignera en même temps le genre d'industrie qu'il se propose d'exercer :

9° Avant de délivrer la permission demandée, le fabricant sera averti que, dans le cas où l'expérience prouverait que les localités qu'il a choisies ne sont pas suffisamment éloignées et que les vapeurs qui s'exhalent de sa fabrique sont nuisibles sous le rapport de la salubrité ou autrement, il lui sera enjoint de porter ailleurs son établissement :

10° Les mesures à prendre n'auront pas un effet rétroactif pour les fabriques ou établissements déjà en activité, pourvu, toutefois, qu'on ait la preuve que les opérations qu'on y pratique ne sont pas susceptibles de compromettre la salubrité et de porter atteinte aux propriétés des voisins.

C'est à la suite de cet important travail que fut édictée la législation des établissements dangereux, insalubres ou incommodes. Cette législation comprend :

1° Les textes des décrets réglementant l'obtention des autorisations ou leur suppression

2° La nomenclature des établissements classés.

1° **Décrets réglementant l'obtention des autorisations ou leur suppression.** — *Extrait du décret du 15 octobre 1810 (modifié par le décret du 25 mars 1852).* — ARTICLE PREMIER. — A compter de la publication du présent décret, les manufactures et ateliers qui répandent une odeur insalubre ou incommode ne pourront être formés sans une permission de l'autorité administrative : ces établissements seront divisés en trois classes.

La première classe comprendra ceux qui doivent être éloignés des habitations particulières.

La seconde, les manufactures et ateliers dont l'éloignement des habitations n'est pas rigoureusement nécessaire, mais dont il importe néanmoins de ne permettre la formation qu'après avoir acquis la certitude que les opérations qu'on y pratique sont exécutées de manière à ne pas incommoder les propriétaires du voisinage, ni à leur causer des dommages :

Dans la troisième classe seront placés les établissements qui peuvent

rester sans inconvénients auprès des habitations, mais doivent rester soumis à la surveillance de la police.

Art. 2. — La permission nécessaire pour la formation des manufactures et ateliers compris dans la première classe sera accordée avec les formalités ci-après, par les préfets.

Celle qui exigera la mise en activité des établissements compris dans la seconde classe le sera par les préfets, sur l'avis des sous-préfets.

Les permissions pour l'exploitation des établissements placés dans la dernière classe seront délivrées par les sous-préfets, qui prendront préalablement l'avis des maires.

Art. 3. — La permission pour les manufactures et fabriques de 1^{re} classe ne sera accordée qu'avec les formalités suivantes :

La demande en autorisation sera présentée au préfet et affichée par son ordre dans toutes les communes à 5 kilomètres de rayon.

Dans ce délai, tout particulier sera admis à présenter ses moyens d'opposition.

Les maires des communes auront la même faculté.

Art. 4. — S'il y a des oppositions, il y sera statué par le conseil de préfecture, sauf recours au Conseil d'Etat.

Art. 7. — L'autorisation de former des manufactures et ateliers compris dans la seconde classe ne sera accordée qu'après que les formalités suivantes auront été remplies :

L'entrepreneur adressera d'abord sa demande au sous-préfet de son arrondissement, qui la transmettra au maire de la commune dans laquelle on projette de former l'établissement, en le chargeant de procéder à des informations *de commodo et incommodo*. Ces informations terminées, le sous-préfet prendra sur le tout un arrêté qu'il transmettra au préfet. Celui-ci statuera, sauf le recours à notre Conseil d'Etat par toutes les parties intéressées.

S'il y a opposition, il y sera statué par le conseil de préfecture, sauf le recours au Conseil d'Etat.

Art. 8. — Les manufactures et ateliers ou établissements portés dans la troisième classe ne pourront se former que sur la permission du préfet de police, à Paris, et sur celle du maire, dans les autres villes.

S'il s'élève des réclamations contre la décision prise par le préfet de police ou les maires sur une demande en formation de manufacture ou d'atelier compris dans la troisième classe, elles seront jugées en conseil de préfecture.

Art. 9. — L'autorité locale indiquera le lieu où les manufactures et ateliers compris dans la première classe pourront s'établir, et exprimera sa distance des habitations particulières.

Tout individu qui ferait des constructions dans le voisinage de ces manufactures et ateliers après que la formation en aura été permise ne sera plus admis à en solliciter l'éloignement.

ART. 10. — La division en trois classes des établissements qui répandent une odeur insalubre ou incommode aura lieu conformément au tableau annexé au présent décret impérial¹. Elle servira de règle toutes les fois qu'il sera question de prononcer sur des demandes en formation de ces établissements.

ART. 11. — Les dispositions du présent décret n'auront point d'effet rétroactif: en conséquence, tous les établissements qui sont aujourd'hui en activité continueront à être exploités librement, sauf les dommages dont pourront être passibles les entrepreneurs de ceux qui préjudicient aux propriétés de leurs voisins; les dommages seront arbitrés par les tribunaux.

ART. 12. — Toutefois, en cas de graves inconvénients pour la salubrité publique, la culture ou l'intérêt général, les fabriques et ateliers de 1^{re} classe qui les causent pourront être supprimés, en vertu d'un décret rendu en notre Conseil d'Etat, après avoir entendu la police locale, pris l'avis des préfets, reçu la défense des manufacturiers ou fabricants.

ART. 13. — Les établissements maintenus par l'article 11 cesseront de jouir de cet avantage dès qu'ils seront transférés dans un autre emplacement, ou qu'il y aura une interruption de six mois dans leurs travaux. Dans l'un et l'autre cas, ils rentreront dans la catégorie des établissements à former, et ils ne pourront être remis en activité qu'après avoir obtenu, s'il y a lieu, une nouvelle permission.

Ordonnance du 14 janvier 1815 sur les établissements insalubres, dangereux ou incommodes. — ARTICLE PREMIER. — A compter de ce jour, la nomenclature jointe à la présente ordonnance servira seule de règle pour la formation des établissements répandant une odeur insalubre ou incommode.

ART. 2. — Le procès-verbal d'information *de commodo et incommodo*, exigé par l'article 7 du décret du 15 octobre 1810 pour la formation des établissements compris dans la seconde classe de la nomenclature, sera pareillement exigible, en outre de l'affiche de demande, pour la formation de ceux compris dans la première classe.

Il n'est rien innové aux autres dispositions de ce décret.

ART. 3. — Les permissions nécessaires pour la formation des établissements compris dans la troisième classe seront délivrées dans les départements, conformément aux articles 2 et 8 du décret du 15 octobre 1810, par les sous-préfets, après avoir pris préalablement l'avis des maires et de la police locale.

ART. 4. — Les attributions données aux préfets et aux sous-préfets par le décret du 15 octobre 1810, relativement à la formation des éta-

¹ Nomenclature refondue par le décret du 3 mai 1886 et les décrets suivants. Voir p. 9 à 30.

blissements répandant une odeur insalubre ou incommode, seront exercées par le préfet de police dans toute l'étendue du département de la Seine et dans les communes de Saint-Cloud, de Meudon et de Sèvres, du département de Seine-et-Oise.

Art. 5. — Les préfets sont autorisés à faire suspendre la formation ou l'exercice des établissements nouveaux qui, n'ayant pu être compris dans la nomenclature précitée, seraient cependant de nature à y être placés. Ils pourront accorder l'autorisation d'établissement pour tous ceux qu'ils jugeront devoir appartenir aux deux dernières classes de la nomenclature, en remplissant les formalités prescrites par le décret du 15 octobre 1810, sauf, dans les deux cas, à en rendre compte à notre directeur général des manufactures et du commerce.

2^e Nomenclature

par ordre alphabétique, des établissements insalubres, dangereux ou incommodes classés par les décrets des 3 mai 1886, 5 mai 1888, 15 mai 1890, 26 janvier 1892, 13 avril 1894, 6 juillet 1896, 24 juin 1897, 17 août 1897, 29 juillet 1898, 19 juillet 1899 et 18 septembre 1900.

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Abattoirs publics. (Voir aussi <i>Tueries.</i>).....	Odeur et altération des eaux.	1 ^{re}
Absinthe. (Voir <i>Distilleries.</i>)		
Acétylène liquide ou comprimé à plus d'une atmosphère et demie (Fabrication de l')....	Odeur et danger d'explosion.	1 ^{re}
Acétylène liquide ou comprimé à plus d'une atmosphère et demie (Dépôts).....	Danger d'explosion et d'incendie	1 ^{re}
Acétylène gazeux } Lorsque le volume du gaz ou comprimé à } approvisionné n'atteint une atmosphère } pas 1.000 litres.	Odeur et danger d'explosion.	3 ^e
et demie au plus } Lorsque le volume du gaz (Fabrication de } approvisionné atteint l')..... } ou dépasse 1.000 litres.	<i>Idem.</i>	2 ^e
Acide arsénique (Fabrication de l') au moyen de l'acide arsénieux et de l'acide azotique :		
1 ^o Quand les produits nitreux ne sont pas absorbés.....	Vapeurs nuisibles.....	1 ^{re}
2 ^o Quand ils sont absorbés.....	<i>Idem.</i>	2 ^e
Acide chlorhydrique (Production de l') par décomposition des chlorures de magnésium, d'aluminium et autres :		
1 ^o Quand l'acide n'est pas condensé.....	Emanations nuisibles.....	1 ^{re}
2 ^o Quand l'acide est condensé.....	Emanations accidentelles..	2 ^e
Acide fluorhydrique (Fabrication de l').....	Emanations nuisibles.....	2 ^e
Acide lactique (Fabriques d').....	Odeur.....	2 ^e
Acide muriatique. (Voir <i>Acide chlorhydrique.</i>)		
Acide nitrique (Fabrication de l').....	Emanations nuisibles.....	3 ^e
Acide oxalique (Fabrication de l') :		
1 ^o Par l'acide nitrique :		
a. Sans destruction des gaz nuisibles..	Fumée.....	1 ^{re}
b. Avec destruction des gaz nuisibles..	Fumée accidentelle.....	3 ^e
2 ^o Par la sciure de bois et la potasse....	Fumée.....	2 ^e
Acide phénique (Dépôts d') contenant plus de 100 kilogrammes en vases non hermétiquement clos.....	Odeur.....	2 ^e
Acide picrique (Fabrication de l') :		
1 ^o Quand les gaz nuisibles ne sont pas brûlés.....	Vapeurs nuisibles.....	1 ^{re}

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
2° Avec destruction des gaz nuisibles.....	Vapeurs nuisibles.....	3 ^e
Acide pyroligneux (Fabrication de l') :		
1° Quand les produits gazeux ne sont pas brûlés.....	Fumée et odeur.....	2 ^e
2° Quand les produits gazeux sont brûlés.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Acide pyroigneux (Purification de l').....	Odeur.....	2 ^e
Acide salicylique (Fabrication de l') au moyen de l'acide phénique.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Acide stéarique (Fabrication de l') :		
1° Par distillation.....	Odeur et danger d'incendie.....	1 ^{re}
2° Par saponification.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Acide sulfurique (Fabrication de l') :		
1° Par combustion de soufre et de pyrites.....	Emanations nuisibles.....	1 ^{re}
2° De Nordhausen par décomposition du sulfate de fer.....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
Acide urique. (Voir <i>Murexide</i> .)		
Acier (Fabrication de l').....	Fumée.....	3 ^e
Affinage de l'or et de l'argent par les acides..	Emanations nuisibles.....	1 ^{re}
Affinage des métaux au fourneau. (Voir <i>Grillage des minerais</i> .)		
Agglomérés ou briquettes de houille (Fabrication des) :		
1° Au brai gras.....	Odeur et danger d'incendie.....	2 ^e
2° Au brai sec.....	Odeur.....	3 ^e
Albumine (Fabrication de l') au moyen du serum frais du sang.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Alcali volatil. (Voir <i>Ammoniaque</i> .)		
Alcool (Rectification de l').....	Danger d'incendie.....	2 ^e
Alcools autres que de vin, sans travail de rectification.....	Altération des eaux.....	3 ^e
Alcools (Distillerie agricole d').....	<i>Idem</i>	3 ^e
En fûts de bois pour le tout ou partie :		
Alcools (Dépôts d') d'un titre supérieur à 40° alcoométriques. } Approvisionnement correspondant à un stock supérieur à 150 hectolitres d'alcool absolu.....	Danger d'incendie.....	3 ^e
En réservoirs métalliques : } Approvisionnement correspondant à un stock supérieur à 1.500 hectolitres d'alcool absolu.....	Danger d'incendie.....	3 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES	
Alcool méthylique pur ou méthylène du commerce (Dépôts d').	En bonbonnes ou en fûts de bois pour le tout ou partie :		
	1 ^o Approvisionnement correspondant à un stock de plus de 30 hectolitres et ne dépassant pas 150 hectolitres d'alcool méthylique pur.....	Danger d'incendie.....	3 ^e
	2 ^o Approvisionnement correspondant à un stock de plus de 150 hectolitres.	Danger d'incendie.....	2 ^e
	En réservoirs métalliques :		
	1 ^o Approvisionnement correspondant à un stock de plus de 150 hectolitres et ne dépassant pas 750 hectolitres	Danger d'incendie.....	3 ^e
	2 ^o Approvisionnement correspondant à un stock de plus de 750 hectolitres..	Danger d'incendie.....	2 ^e
Aldéhyde (Fabrication de l').....	Danger d'incendie.....	1 ^{re}	
Alizarine artificielle (Fabrication de l') au moyen de l'anthracène	Odeur et danger d'incendie.	2 ^e	
Allume-feux résines (Fabrication des).....	<i>Idem</i>	2 ^e	
Allumettes chimiques (Dépôt d') :			
1 ^o En quantité au-dessus de 25 mètres cubes.....	Danger d'incendie.....	2 ^e	
2 ^o De 5 à 25 mètres cubes.....	<i>Idem</i>	3 ^e	
Allumettes chimiques (Fabrication des).....	Danger d'explosion ou d'incendie.....	1 ^{re}	
Aluminium et ses alliages (Fabrication de l') par procédés électro-métallurgiques en faisant usage des fluorures	Quand les vapeurs fluorhydriques ne sont pas condensées.....	Vapeurs nuisibles	1 ^{re}
	Quand les vapeurs sont condensées	Vapeurs nuisibles	2 ^e
Alun. (Voir Sulfate de fer, d'alumine, etc.)			
Amidon grillé (Fabrication de l').....	Odeur.....	3 ^e	
Amidonneries :			
1 ^o Par fermentation	Odeur, émanations nuisibles et altération des eaux...	1 ^{re}	
2 ^o Par séparation du gluten et sans fermentation	Altération des eaux.....	2 ^e	
Ammoniaque (Fabrication en grand de l') par la décomposition des sels ammoniacaux....	Odeur.....	3 ^e	
Amorces fulminantes (Fabrication d').....	Danger d'explosion.....	1 ^{re}	

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Amorces fulminantes pour pistolets d'enfants (Fabrication d').....	Danger d'explosion.....	2 ^e
Aniline. (Voir <i>Nitrobenzine</i> .)		
Anhydride sulfurique (Fabrication de l')	Par la combinaison de l'acide sulfureux et de l'oxygène au moyen de substances dites de contact.....	
Arcansons ou résines de pin. (Voir <i>Résines, etc.</i>)	Fumée, émanations dangereuses.....	1 ^{re}
Argenture des glaces avec application de vernis aux hydrocarbures.....	Odeur et danger d'explosion.	2 ^e
Argenture sur métaux. (Voir <i>Dorure et argenture</i> .)		
Arséniate de potasse (Fabrication de l') au moyen du salpêtre :		
1 ^o Quand les vapeurs ne sont pas absorbées.....	Emanations nuisibles.....	1 ^{re}
2 ^o Quand les vapeurs sont absorbées.....	Emanations accidentelles..	2 ^e
Artifices (Fabrication des pièces d').....	Danger d'incendie et d'explosion.....	1 ^{re}
Artifices (Dépôts de pièces d') :		
1 ^o De 2.000 kilos et au-dessus.....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
2 ^o De 300 kilos à 2.000 kilos exclusivement.....	<i>Idem</i>	2 ^e
3 ^o De 100 kilos à 300 kilos exclusivement.	<i>Idem</i>	3 ^e
Asphaltes, bitumes, brais et matières bitumineuses solides (Dépôts d').....	Odeur et danger d'incendie.	3 ^e
Asphaltes et bitumes (Travail des) à feu nu..	<i>Idem</i>	2 ^e
Ateliers de construction de machines et wagons. (Voir <i>Machines et wagons</i> .)		
Bâches imperméables (Fabrication des) :		
1 ^o Avec cuisson des huiles.....	Danger d'incendie.....	1 ^{re}
2 ^o Sans cuisson des huiles.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Bains et boues provenant du dérochage des métaux (Traitement des) :		
1 ^o Si les vapeurs ne sont pas condensées.	Vapeurs nuisibles.....	1 ^{re}
2 ^o Si les vapeurs sont condensées.....	Vapeurs accidentelles.....	2 ^e
Baleine (Travail des fanons de). (Voir <i>Fanons de baleine</i> .)		
Baryte caustique par décomposition du nitrate (Fabrication de la) :		
1 ^o Si les vapeurs ne sont ni condensées ni détruites.....	Vapeurs nuisibles.....	1 ^{re}
2 ^o Si les vapeurs sont condensées ou détruites.....	Vapeurs accidentelles..	2 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Baryte (Décoloration du sulfate de) au moyen de l'acide chlorhydrique à vases ouverts...	Emanations nuisibles.....	2 ^e
Battage, cardage et épuration des laines, crins et plumes de literie.....	Odeur et poussière.....	3 ^e
Battage des cuirs à l'aide des marteaux.....	Bruit et ébranlement.....	3 ^e
Battage des tapis en grand.....	Bruit et poussière.....	2 ^e
Battage et lavage (Ateliers spéciaux pour le) des fils de laine, bourres et déchets de filature de laine et de soie dans les villes.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Batteurs d'or et d'argent.....	Bruit.....	3 ^e
Battoirs à écorces dans les villes.....	Bruit et poussière.....	3 ^e
Benzine (Fabrication et dépôts de). (Voir <i>Huile de pétrole, de schiste, etc.</i>)		
Benzine (Dérivés de la). (Voir <i>Nitrobenzine.</i>)		
Betteraves (Dépôts de pulpes de) humides destinées à la vente.....	Odeur, émanations.....	3 ^e
Bitumes (Fabrication et dépôts de). (Voir <i>Asphaltes.</i>)		
Blanc de plomb. (Voir <i>Céruse.</i>)		
Blanc de zinc (Fabrication de) par la combustion du métal.....	Fumées métalliques.....	3 ^e
Blanchiment :		
1 ^o Des fils, des toiles et de la pâte à papier par le chlore.....	Odeur, émanations nuisibles.....	2 ^e
2 ^o Des fils et tissus de lin, de chanvre et de coton par les chlorures (hypochlorites) alcalins.....	Odeur, altération des eaux.....	3 ^e
3 ^o Des fils et tissus de laine et de soie par l'acide sulfureux.....	Emanations nuisibles.....	2 ^e
Blanchiment des fils et tissus de laine et de soie par l'acide sulfureux en dissolution dans l'eau.....	Emanations accidentelles...	3 ^e
Bleu de Prusse (Fabrication du). (Voir <i>Cyanure de potassium.</i>)		
Bleu d'outremer (Fabrication du) :		
1 ^o Lorsque les gaz ne sont pas condensés.....	Emanations nuisibles.....	1 ^{re}
2 ^o Lorsque les gaz sont condensés.....	Emanations accidentelles...	2 ^e
Bocards à minerais ou à crasses.....	Bruit.....	3 ^e
Boues et immondices (Dépôts de) et voiries...	Odeur.....	1 ^{re}
Bougies de paraffine et autres d'origine minérale (Moulage des).....	Odeur, danger d'incendie..	3 ^e
Bougies et autres objets en cire et en acide stéarique.....	Danger d'incendie.....	3 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Bouillon de bière (Distillation de). (Voir <i>Distilleries</i> .)		
Boules au glucose caramélisé pour usage culinaire (Fabrication des).....	Odeur.....	3 ^e
Bourres. (Voir <i>Battage et lavage des fils de laine, bourres etc.</i>)		
Boutonniers et autres emboutisseurs de métaux par moyens mécaniques.....	Bruit.....	3 ^e
Boyauderies (Travail des boyaux frais pour tous usages).....	Odeur, émanations nuisibles.	1 ^{re}
Boyaux et pieds d'animaux abattus (Dépôts de). (Voir <i>Chairs, débris, etc.</i>)		
Boyaux salés destinés au commerce de la charcuterie (Dépôts de).....	Odeur.....	2 ^e
Brasseries.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Briqueteries avec fours non fumivores.....	Fumée.....	3 ^e
Briqueteries flamandes.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Briquettes ou agglomérés de houille. (Voir <i>Agglomérés</i> .)		
Brûlage des vieilles boîtes et autres objets en fer-blanc.....	Odeur.....	3 ^e
Brûlerie des galons et tissus d'or ou d'argent. (Voir <i>Galons</i> .)		
Buanderies.....	Altération des eaux.....	3 ^e
Café (Torréfaction en grand du).....	Odeur et fumée.....	3 ^e
Caillettes et caillons pour la confection des fromages. (Voir <i>Chairs, débris, etc.</i>)		
Cailloux (Fours pour la calcination des).....	Fumée.....	3 ^e
Calorigène (Dépôts de) et mélanges de ce genre.....	Danger d'incendie.....	2 ^e
Carbonisation des matières animales en général.	Odeur.....	1 ^{re}
Carbonisation du bois :		
1 ^o A l'air libre dans des établissements permanents et autres qu'en forêt.....	Odeur et fumée.....	2 ^e
2 ^o En vases clos :		
a. Avec dégagement dans l'air des produits gazeux de la distillation.....	<i>Idem</i>	2 ^e
b. Avec combustion des produits gazeux de la distillation.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Caoutchouc (Application des enduits du).....	Danger d'incendie.....	2 ^e
Caoutchouc (Travail du) avec emploi d'huiles essentielles ou de sulfure de carbone.....	Odeur et danger d'incendie..	2 ^e
Caoutchoucs factices ou caoutchoucs des huiles (Fabrication des).....		

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
1° A froid.....	Odeur.....	2 ^e
2° A chaud.....	Odeur et danger d'incendie..	1 ^{re}
Carbure de calcium et carbure présentant des dangers analogues (Fabrique de).....	Odeur et poussières nuisibles.....	1 ^{re}
Cardage des laines, etc. (Voir <i>Battage</i> .)	Odeur.....	3 ^e
Cartonniers.....		
Celluloïd brut ou façonné (Dépôt de) renfermant :		
1° Moins de 300 kilogrammes.....	Danger d'incendie.....	3 ^e
2° De 300 à 800 kilogrammes.....	<i>Idem</i>	3 ^e
3° 800 kilogrammes et plus.....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
Celluloïd en dissolution (Dépôts de) dans l'alcool et l'éther, l'acétone, l'éther acétique, renfermant plus de 20 litres.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Cendres d'orfèvre (Traitement des) par le plomb.....	Fumées métalliques.....	3 ^e
Cendres de varechs (Lessivage des) pour l'extraction des sels de potasse.....	Emanations nuisibles.....	3 ^e
Cendres gravelées :		
1° Avec dégagement de la fumée au dehors.	Fumée et odeur.....	1 ^{re}
2° Avec combustion ou condensation des fumées.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Céruse ou blanc de plomb (Fabrication de la).	Emanations nuisibles.....	3 ^e
Chairs, débris et issues (Dépôts de) provenant de l'abatage des animaux.....	Odeur.....	1 ^{re}
Chamoiseries.....	Odeur.....	2 ^e
Chandelles (Fabrication des).....	Odeur, danger d'incendie..	3 ^e
Chanvre (Teillage et rouissage du) en grand. (Voir <i>Teillage</i> ou <i>Rouissage</i> .)		
Chanvre imperméable. (Voir <i>Feutre goudronné</i> .)		
Chapeaux de feutre (Fabrication de).....	Odeur et poussière.....	3 ^e
Chapeaux de soie ou autres préparés au moyen d'un vernis (Fabrication de).....	Danger d'incendie.....	2 ^e
Charbon animal (Fabric. ou revivification du). (V. <i>Carbonisation des matières animales</i> .)		
Charbon de bois dans les villes (Dépôts ou magasins de).....	<i>Idem</i>	3 ^e
Charbons agglomérés. (Voir <i>Agglomérés</i> .)		
Charbons de terre. (Voir <i>Houille</i> et <i>Coke</i> .)		
Chaudronnerie et serrurerie (Ateliers de) employant des marteaux à la main, dans les villes et centres de population de 2.000 âmes et au-dessus :		

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
1 ^o Ayant de 4 à 10 étaux ou enclumes ou de 8 à 20 ouvriers.....	Bruit.....	3 ^e
2 ^o Ayant plus de 10 étaux ou enclumes ou plus de 20 ouvriers.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Chaudronneries. (Voir <i>Forges et chaudronneries</i> .)		
Chaux (Fours à) :		
1 ^o Permanents.....	Fumée, poussière.....	2 ^e
2 ^o Ne travaillant pas plus d'un mois par an.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Chicorée (Torréfaction en grand de la).....	Odeur et fumée.....	3 ^e
Chiens (Infirmiers de).....	Odeur et bruit.....	1 ^{re}
Chiffons (Dépôts de).....	Odeur.....	3 ^e
Chiffons (Traitement des) par la vapeur de l'acide chlorhydrique :		
1 ^o Quand l'acide n'est pas condensé.....	Emanations nuisibles.....	1 ^{re}
2 ^o Quand l'acide est condensé.....	Emanations accidentelles..	3 ^e
Chlorate de potasse (Fabrication du) par électrolyse.....	Poussières.....	3 ^e
Chlore (Fabrication du).....	Odeur.....	2 ^e
Chlorure de chaux (Fabrication du) :		
1 ^o En grand.....	<i>Idem</i>	2 ^e
2 ^o Dans les ateliers fabriquant au plus 300 kilogrammes par jour.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Chlorures de plomb.....	Emanations nuisibles.....	2 ^e
Chlorures alcalins, eau de Javel (Fabrication des).....	Odeur.....	2 ^e
Chlorures de soufre (Fabrication des).....	Vapeurs nuisibles.....	1 ^{re}
Choucroute (Ateliers de fabrication de la).....	Odeur.....	3 ^e
Chromate de potasse (Fabrication du).....	<i>Idem</i>	3 ^e
Chrysalides (Ateliers pour l'extraction des parties soyeuses des).....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
Ciment (Fours à) :		
1 ^o Permanents.....	Fumée, poussière.....	2 ^e
2 ^o Ne travaillant pas plus d'un mois par an.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Cire à cacheter (Fabrication de la).....	Danger d'incendie.....	3 ^e
Cochénille ammoniacale (Fabrication de la)...	Odeur.....	3 ^e
Cocons :		
1 ^o Traitement des frisons de cocons.....	Altération des eaux.....	2 ^e
2 ^o Filature de cocons. (Voir <i>Filature</i> .)		
Coke (Fabrication du) :		
1 ^o En plein air ou en fours non fumivores.....	Fumée et poussière.....	1 ^{re}

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
2° En fours fumivores	Poussière	2°
Colle de peaux et colle de pâtes (Fabriques de).	Odeur des résidus.....	3°
Colle forte (Fabrication de la)	Odeur, altération des eaux.	1°
Collodion (Fabrication du).....	Danger d'explosion ou d'in-	
Combustion des plantes marines dans les éta-	cendie	1°
blissements permanents	Odeur et fumée.....	1°
Construction (Ateliers de). (Voir <i>Machines et</i>		
<i>wagons.</i>)		
Cordes à instruments en boyaux (Fabrication		
de). (Voir <i>Boyauderies.</i>)		
Cornes et sabots (Aplatissement des):		
1° Avec macération.....	Odeur et altération des eaux.	2°
2° Sans macération.....	Odeur.....	3°
Corroieries	<i>Idem.</i>	2°
Coton et coton gras (Blanchisseries des dé-		
chets de).....	Altération des eaux.....	3°
Crayons de graphite pour éclairage électrique		
(Fabrication des).....	Bruit et fumée.....	2°
Cretons (Fabrication de)	Odeur et danger d'incendie.	1°
Crins (Teinture des). (Voir <i>Teintureries.</i>)		
Crins et soies de porcs. (Voir <i>Soies de porc.</i>)		
Cristaux (Fabrication de). (Voir <i>Verreries, etc.</i>)		
Cuir (Battage des). (Voir <i>Battage.</i>)		
Cuir vernis (Fabrication de).....	<i>Idem.</i>	1°
Cuir vert et peaux fraîches (Dépôts de)....	Odeur.....	2°
Cuivre (Dérochage du) par les acides.....	Odeur et émanations nuis-	
Cuivre (Fonte du). (Voir <i>Fonderie de cuivre,</i>	sibles.....	3°
<i>etc.</i>)		
Cuivre (Trituration des composés du).....	Poussières.....	3°
Cyanure de potassium et bleu de Prusse (Fa-		
brication de):		
1° Par la calcination directe des matières		
animales avec la potasse	Odeur.....	1°
2° Par l'emploi de matières préalable-		
ment carbonisées en vases clos	<i>Idem.</i>	2°
Cyanure rouge de potassium ou prussiate		
rouge de potasse.....	Emanations nuisibles	3°
Déchets d'animaux (Dépôts de). (Voir <i>Chairs, etc.</i>)		
Déchets de laine (Dégraissage des). (Voir		
<i>Peaux, étoffes, etc.</i>)		
Déchets de matières filamenteuses (Dépôts de)		
en grand dans les villes.....	Danger d'incendie.....	3°
Déchets de filature de lin, de chanvre et de		
jute (Lavage et séchage en grand des)....	Odeur et altération des eaux.	2°

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Dégras ou huile épaisse à l'usage des charmoiseurs et corroyeurs (Fabrication de)...	Odeur et danger d'incendie.	1 ^{re}
Dérochage du cuivre. (Voir <i>Cuivre</i> .)		
Distilleries en général, eau-de-vie, genièvre, kirsch, absinthe et autres liqueurs alcooliques.....	Danger d'incendie.....	3 ^e
Dorure et argenture sur métaux.....	Emanations nuisibles.....	3 ^e
Dynamite (Fabriques et dépôts de). (Régime spécial. Loi du 8 mars 1875 et décrets des 24 août 1875 et 28 octobre 1882.)		
Eau de Javel (Fabrication d'). (Voir <i>Chlorures alcalins</i> .)		
Eau-de-vie. (Voir <i>Distilleries</i> .)		
Eau-forte. (Voir <i>Acide nitrique</i> .)		
Eaux grasses (Extraction, pour la fabrication du savon et autres usages, des huiles contenues dans les):		
1 ^o En vases ouverts.....	Odeur et danger d'incendie.	1 ^{re}
2 ^o En vases clos.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Eau oxygénée (Fabrique d'). (Voir <i>Baryte caustique</i> .)		
Eaux savonneuses des fabriques. (Voir <i>Huiles extraites des débris d'animaux</i> .)		
Echandoirs:		
1 ^o Pour la préparation industrielle des débris d'animaux.....	Odeur.....	1 ^{re}
2 ^o Pour la préparation des parties d'animaux propres à l'alimentation.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Ecorces (Battoir à). (Voir <i>Battoir</i> .)		
Email (Application de l') sur les métaux.....	Fumée.....	3 ^e
Emaux (Fabrication d') avec fours non fumivores.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Encres d'imprimerie (Fabrication des):		
1 ^o Avec cuisson d'huile à feu nu.....	Odeur et danger d'incendie.	1 ^{re}
2 ^o Sans cuisson d'huile à feu nu.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Engrais (Dépôts d') au moyen des matières provenant de vidanges ou de débris d'animaux:		
1 ^o Non préparés ou en magasin non couvert.	Odeur.....	1 ^{re}
2 ^o Desséchés ou désinfectés et en magasin couvert, quand la quantité excède 25.000 kilogrammes.....	<i>Idem</i>	2 ^e
3 ^o Les mêmes, quand la quantité est inférieure à 25.000 kilogrammes.....	<i>Idem</i>	3 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Engrais (Fabrication des) au moyen des matières animales.....	Odeur.....	1 ^{re}
Engrais et insecticides à base de goudron ou de résidus d'épuration du gaz (Fabrication d') :		
1 ^o A l'air libre.....	Odeur et danger d'incendie.....	1 ^{re}
2 ^o En vase clos.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Engraissement des volailles dans les villes (Etablissements pour l').....	Odeur.....	3 ^e
Epaillage des laines et draps (par la voie humide).....	Danger d'incendie.....	3 ^e
Éponges (Lavage et séchage des).....	Odeur et altération des eaux.....	3 ^e
Épuration des laines, etc. (Voir <i>Battage</i> .)		
Equarrissage des animaux (Ateliers d').....	Odeur et émanations nuisibles.....	1 ^{re}
Elamage des glaces (Ateliers d').....	Émanations nuisibles.....	3 ^e
Ether (Dépôts d') :		
1 ^o Si la quantité emmagasinée est, même temporairement, de 1.000 litres ou plus.	Danger d'incendie et d'explosion.....	1 ^{re}
2 ^o Si la quantité, supérieure à 100 litres, n'atteint pas 1.000 litres.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Ether (Distillation de l') :		
1 ^o Si la quantité de liquide étheré distillée à la fois est comprise entre 10 et 30 litres.....	<i>Idem</i>	2 ^e
2 ^o Si la quantité de liquide étheré distillée à la fois dépasse 30 litres.....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
Ether (Fabrication de l').....	Danger d'incendie et d'explosion.....	1 ^{re}
Étoffes (Dégraissage des). (Voir <i>Peaux, étoffes, etc.</i>)		
Étoupes (Transformation en) des cordages hors de service goudronnés ou non.....	Danger d'incendie.....	3 ^e
Étoupilles (Fabrication d') avec matières explosives.....	Danger d'explosion et d'incendie.....	1 ^{re}
Faïence (Fabriques de) :		
1 ^o Avec fours non fumivores.....	Fumée.....	2 ^e
2 ^o Avec fours fumivores.....	Fumée accidentelle.....	3 ^e
Fanons de baleine (Travail des).....	Émanations incommodes.....	3 ^e
Féculeries.....	Odeur, altération des eaux.....	3 ^e
Fer (Dérochage du).....	Vapeurs nuisibles.....	3 ^e
Fer (Galvanisation du).....	<i>Idem</i>	3 ^e
Fer-blanc (Fabrication du).....	Fumée.....	3 ^e
Feutre goudronné (Fabrication du).....	Odeur, danger d'incendie.....	2 ^e
Feutres et visières vernis (Fabrication de).....	<i>Idem</i>	1 ^{re}

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Filature des cocons (Ateliers dans lesquels la s'opère en grand, c'est-à-dire en employant au moins six tours.....)	Odeur, altération des eaux.	3 ^e
Fonderie de cuivre, laiton et bronze.....	Fumées métalliques.....	3 ^e
Fonderie en deuxième fusion.....	Fumée.....	3 ^e
Fonte et laminage du plomb, du zinc et du cuivre.....	Bruit et fumée.....	2 ^e
Forges et chaudronneries de grosses œuvres employant des marteaux mécaniques.....	Fumée, bruit.....	2 ^e
Formes en tôle pour raffinerie. (Voir <i>Tôles vernies.</i>)		
Fourneaux (Hauts).....	Fumée et poussière.....	2 ^e
Fours à plâtre et fours à chaux. (Voir <i>Plâtre, Chaux.</i>)		
Fromages (Dépôts de) dans les villes.....	Odeur.....	3 ^e
Fulminate de mercure (Fabrication du). (Régime spécial. — Ordonnance du 30 octobre 1836.).....	Danger d'explosion et d'incendie.....	1 ^{re}
Galipôts ou résines de pin. (Voir <i>Résines.</i>)		
Galons et tissus d'or et d'argent (Brûlerie en grand des) dans les villes.....	Odeur.....	2 ^e
Gaz (Goudrons des usines à). (Voir <i>Goudrons.</i>)		
Gaz d'éclairage et de chauffage (Fabrication du):		
1 ^o Pour l'usage public. (Régime spécial. Décret du 9 février 1867.).....	Odeur, danger d'incendie..	2 ^e
2 ^o Pour l'usage particulier.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Gazomètres pour l'usage particulier, non attachant aux usines de fabrication.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Gélatines alimentaires et gélatines provenant de peaux blanches et de peaux fraîches non tannées (Fabrication de).....	Odeur.....	3 ^e
Générateurs à vapeur. (Régime spécial. Décret du 30 avril 1880.)		
Genièvre. (Voir <i>Distilleries.</i>)		
Glace. (Voir <i>Réfrigération.</i>)		
Glaces (Etamage des). (Voir <i>Etamage.</i>)		
Glycérine (Distillation de la).....	<i>Idem</i>	3 ^e
Glycérine (Extraction de la) des eaux de savonnerie ou de stéarinerie.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Goudrons et brais végétaux d'origines diverses (Elaboration des).....	Odeur, danger d'incendie..	1 ^{re}
Goudrons et matières bitumineuses fluides (Dépôts de).....	<i>Idem</i>	2 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Goudrons (Traitement des) dans les usines à gaz où ils se produisent.....	Odeur, danger d'incendie..	2 ^e
Goudrons (Usines spéciales pour l'élaboration des) d'origines diverses.....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
Graisses (Fonte aux acides des).....	Odeur et altération des eaux.	2 ^e
Graisses à feu nu (Fonte des).....	Odeur, danger d'incendie..	1 ^{re}
Graisses de cuisine (Traitement des).....	Odeur.....	1 ^{re}
Graisses et suifs (Refonte des).....	<i>Idem</i>	3 ^e
Graisses pour voitures (Fabrication des).....	Odeur, danger d'incendie..	1 ^{re}
Gravure chimique sur verre, avec application de vernis aux hydrocarbures.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Grillage des minerais sulfureux.....	Fumée, émanations nuisibles.....	1 ^{re}
Grillage des minerais sulfureux quand les gaz sont condensés et que le minerai ne renferme pas d'arsenic.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Guano (Dépôts de) :		
1 ^o Quand l'approvisionnement excède 25.000 kilogrammes.....	Odeur.....	1 ^{re}
2 ^o Pour la vente au détail.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Harengs (Saurage des).....	<i>Idem</i>	3 ^e
Hongroiries.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Houille (Agglomérés de). (Voir <i>Agglomérés</i> .)		
Huile de Bergues (Fabriques d'). (Voir <i>Dégras</i> .)		
Huile de pieds de bœuf (Fabrication d') :		
1 ^o Avec emploi de matières en putréfaction.	<i>Idem</i>	1 ^{re}
2 ^o Quand les matières employées ne sont pas putréfiées.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Huile épaisse ou dégras. (Voir <i>Dégras</i> .)		
Huilleries ou moulins à huile.....	Odeur, danger d'incendie..	3 ^e
Huile de pétrole, de schiste et de goudron, essences et autres hydrocarbures employés pour l'éclairage, le chauffage, la fabrication des couleurs et vernis, le dégraissage des étoffes et autres usages (Fabrication, distillation, travail en grand et dépôts d'). (Régime spécial. Décrets des 19 mai 1873, 12 juillet 1884 et 20 mars 1885.)		
Huiles de poisson (Fabriques d').....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
Huiles de résine (Fabrication d').....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
Huiles de ressource (Fabrication d').....	Odeur, altération des eaux.	2 ^e
Huiles (Epurations des).....	Odeur, danger d'incendie..	3 ^e
Huiles essentielles ou essences de térébenthine, d'aspic et autres. (Voir <i>Huile de pétrole, de schiste, etc.</i>)		

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Huiles et autres corps gras extraits des débris de matières animales (Extraction des).....	Odeur, danger d'incendie..	1 ^{re}
Huiles extraites des schistes bitumineux. (Voir <i>Huile de pétrole, de schiste, etc.</i>)		
Huiles lourdes créosotées (Injection des bois à l'aide des) : Ateliers opérant en grand et d'une manière permanente.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Huiles (Mélange à chaud ou cuisson des) :		
1 ^o En vases ouverts.....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
2 ^o En vases clos.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Huiles oxydées par exposition à l'air (Fabrication et emploi d') :		
1 ^o Avec cuisson préalable.....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
2 ^o Sans cuisson.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Huiles rousses (Fabrication d') par extraction des cretons et débris de graisse à haute température.....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
Impressions sur étoffes. (Voir <i>Toiles peintes.</i>)		
Jute (Teillage du) (Voir <i>Teillage.</i>)		
Kirsch. (Voir <i>Distilleries.</i>)		
Laine. (Voir <i>Battage et lavage des fils de laine, etc.</i>)		
Laiteries en grand dans les villes.....	Odeur.....	2 ^e
Lard (Ateliers à enfumer le).....	Odeur et fumée.....	3 ^e
Lavage des cocons. (Voir <i>Cocons.</i>)		
Lavage et séchage des éponges. (Voir <i>Eponges.</i>)		
Lavoirs à houille.....	Altération des eaux.....	3 ^e
Lavoirs à laine.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Lavoirs à minerais en communication avec des cours d'eau.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Lessives alcalines des papeteries (Incinération des).....	Fumée, odeur et émanations nuisibles.....	2 ^e
Liège (Usines pour la trituration du).....	Danger d'incendie.....	2 ^e
Lies de vin (Incinération des) :		
1 ^o Avec dégagement de la fumée au dehors.....	Odeur.....	1 ^{re}
2 ^o Avec combustion ou condensation des fumées.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Lies de vin (Séchage des).....	<i>Idem</i>	2 ^e
Lignites (Incinération des).....	Fumée, émanations nuisibles.....	2 ^e
Lin (Rouissage du). (Voir <i>Rouissage.</i>)		
Lin (Teillage en grand du). (Voir <i>Teillage.</i>)		

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Liquides pour l'éclairage (Dépôt de) au moyen de l'alcool et des huiles essentielles.....	Danger d'incendie et d'explosion.....	2 ^e
Liqueurs alcooliques. (Voir <i>Distilleries.</i>)	Poussière nuisible.....	3 ^e
Litharge (Fabrication de la).....	Bruit, fumée.....	2 ^e
Machines et wagons (Ateliers de construction de).....	Altération des eaux.....	3 ^e
Machines à vapeur. (Voir <i>Générateurs.</i>)	Odeur, émanations nuisibles.....	1 ^{re}
Malleries.....	Odeur.....	2 ^e
Mars ou charrées de soude (Exploitation des), en vue d'en extraire le soufre, soit libre, soit combiné.....	Emanations nuisibles.....	3 ^e
Maroquinerie.....	Odeur, émanations nuisibles.....	3 ^e
Massicot (Fabrication du).....	Danger d'incendie ou d'explosion.....	1 ^{re}
Matières colorantes (Fabrication des) au moyen de l'aniline et de la nitrobenzine...	<i>Idem</i>	2 ^e
Mèches de sûreté pour mineurs (Fabrication des) :	Odeur.....	3 ^e
1 ^o Quand la quantité manipulée ou conservée dépasse 100 kilogrammes de poudre ordinaire.....	Danger des animaux.....	1 ^{re}
2 ^o Quand la quantité manipulée ou conservée est inférieure à 100 kilogrammes de poudre ordinaire.....	Emanations nuisibles.....	3 ^e
Mégisseries.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Ménageries.....	Odeur.....	3 ^e
Métaux (Ateliers de) pour construction de machines et appareils. (Voir <i>Machines.</i>)	Danger des animaux.....	1 ^{re}
Minerais de métaux précieux (Traitement des).....	Emanations nuisibles.....	3 ^e
Minium (Fabrication du).....	<i>Idem</i>	3 ^e
Miroirs métalliques (Fabriques de) et autres ateliers employant des moutons :	Bruit et ébranlement.....	3 ^e
1 ^o Où l'on emploie des marteaux ne pesant pas plus de 25 kilogrammes et n'ayant que 1 mètre au plus de longueur de chute.....	<i>Idem</i>	2 ^e
2 ^o Où l'on emploie des marteaux ne pesant pas plus de 25 kilogrammes et ayant plus de 1 mètre de longueur de chute.....	<i>Idem</i>	2 ^e
3 ^o Où l'on emploie des marteaux d'un poids supérieur à 25 kilogrammes, quelle que soit la longueur de chute...	Odeur.....	2 ^e
Morues (Sécheries des).....	Odeur.....	2 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Moulins à broyer le plâtre, la chaux, les cailloux et les pouzzolanes.....	Poussière.....	3 ^e
Moulins à huile. (Voir <i>Huïleries</i> .)		
Moutons (Ateliers employant des). (Voir <i>Miroirs métalliques</i> .)		
Murexide (Fabrication de la) en vases clos par la réaction de l'acide azotique et de l'acide urique du guano.....	Emanations nuisibles.....	2 ^e
Nitrate de méthyle (Fabriques de).....	Danger d'explosion.....	1 ^{re}
Nitrates métalliques obtenus par l'action directe des acides (Fabrication des) :		
1 ^o Si les vapeurs ne sont pas condensées.....	Vapeurs nuisibles.....	1 ^{re}
2 ^o Si les vapeurs sont condensées.....	Vapeurs accidentelles.....	2 ^e
Nitrobenzine, aniline et matières dérivant de la benzine (Fabrication de).....	Odeur, émanations nuisibles et danger d'incendie....	2 ^e
Noir de fumée (Fabrication du) par la distillation de la bouille, des goudrons, bitumes, etc.	Odeur et fumée.....	2 ^e
Noir des raffineries et des sucreries (Revivification du)	Emanations nuisibles, odeur.	2 ^e
Noir d'ivoire et noir animal (Distillation des os ou fabrication du) :		
1 ^o Lorsqu'on n'y brûle pas les gaz.....	Odeur.....	1 ^{re}
2 ^o Lorsque les gaz sont brûlés.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Noir minéral (Fabrication du) par le broyage des résidus de la distillation des schistes bitumineux.....	Odeur et poussière.....	3 ^e
Oignons (Dessiccation des) dans les villes.....	Odeur.....	2 ^e
Olives (Confiserie des).....	Altération des eaux.....	3 ^e
Olives (Tourteaux d'). (Voir <i>Tourteaux</i> .)		
Orseille (Fabrication de l') :		
1 ^o En vases ouverts.....	Odeur.....	1 ^{re}
2 ^o A vases clos et employant de l'ammoniaque à l'exclusion de l'urine.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Os (Torréfaction des) pour engrais :		
1 ^o Lorsque les gaz ne sont pas brûlés....	Odeur et danger d'incendie.	1 ^{re}
2 ^o Lorsque les gaz sont brûlés.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Os d'animaux (Calcination des). (Voir <i>Carbonisation des matières animales</i> .)		
Os frais (Dépôts d') en grand.....	Odeur, émanations nuisibles.....	1 ^{re}
Os secs (Dépôts d') en grand.....	Odeur.....	3 ^e
Ouates (Fabrication des).....	Poussière et danger d'incendie	3 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Papier (Fabrication du).....	Danger d'incendie.....	3 ^e
Parchemineries.....	Odeur.....	3 ^e
Pâte à papier (Préparation de la) au moyen de la paille et autres matières combustibles...	Altération des eaux.....	2 ^e
Peaux de lièvres et de lapins. (Voir <i>Secrétage</i> .)		
Peaux de moutons (Séchage des).....	Odeur.....	3 ^e
Peaux, étoffes et déchets de laine (Dégraissage des) par les huiles de pétrole et autres hydrocarbures.....	Odeur et danger d'incendie.....	1 ^{re}
Peaux fraîches. (Voir <i>Cuir vert</i> .)		
Peaux (Lustrage et apprêtage des).....	Odeur et poussière.....	3 ^e
Peaux (Planage et séchage des).....	Odeur.....	2 ^e
Peaux salées non séchées (Dépôts de).....	<i>Idem</i>	3 ^e
Peaux sèches (Dépôts de) conservées à l'aide de produits odorants.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Perchlorure de fer par dissolution de peroxyde de fer (Fabrication de).....	Émanations nuisibles.....	3 ^e
Pétrole. (Voir <i>Huiles de pétrole, etc.</i>)		
Phellosine (Fabrication de la).....	Odeur et danger d'incendie.....	1 ^{re}
Phosphate de chaux (Ateliers pour l'entretien et le lavage du).....	Altération des eaux.....	3 ^e
Phosphore (Fabrication du).....	Danger d'incendie.....	1 ^{re}
Pilerie mécanique des drogues.....	Bruit et poussière.....	3 ^e
Pipes à fumer (Fabrication des) :		
1 ^o Avec fours non fumivores.....	Fumée.....	2 ^e
2 ^o Avec fours fumivores.....	Fumée accidentelle.....	3 ^e
Plantes marines. (Voir <i>Combustion des plantes marines</i> .)		
Platine (Fabrication du).....	Emanations nuisibles.....	2 ^e
Plâtre (Fours à) :		
1 ^o Permanents.....	Fumée et poussière.....	2 ^e
2 ^o Ne travaillant pas plus d'un mois.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Plomb (Fonte et laminage du). (Voir <i>Fonte</i> .)		
Poêliers fournaistes, poêles et fourneaux en faïence et terre cuite. (Voir <i>Faïence</i> .)		
Poils de lièvre et de lapin. (Voir <i>Secrétage</i> .)		
Poissons salés (Dépôts de).....	Odeur incommode.....	2 ^e
Porcelaine (Fabrication de la) :		
1 ^o Avec fours non fumivores.....	Fumée.....	2 ^e
2 ^o Avec fours fumivores.....	Fumée accidentelle.....	3 ^e
Porcheries comprenant plus de six animaux ayant cessé d'être allaités :		
1 ^o Lorsqu'elles ne sont pas l'accessoire d'un établissement agricole.....	Odeur, bruit.....	2 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
2 ^e Lorsque, dépendant d'un établissement agricole, elles sont situées dans les agglomérations urbaines de 5.000 âmes et au-dessus.....	Odeur, bruit.....	2 ^e
Potasse (Fabrication de la) par calcination des résidus de mélasse.....	Fumée et odeur.....	2 ^e
Poteries de terre (Fabrication de) avec fours non fumivores.....	Fumée.....	3 ^e
Poudre de mine comprimée (Fabrication de cartouches de).....	Danger d'explosion ou d'incendie.....	1 ^{re}
Poudres et matières fulminantes (Fabrication de). (Voir aussi <i>Fulminate de mercure</i> .)	Danger d'explosion et d'incendie.....	1 ^{re}
Poudre (Dépôts de). (Voir <i>Engrais</i> .)		
Pondrette (Fabrication de) et autres engrais au moyen de matières animales.....	Odeur et altération des eaux.....	1 ^{re}
Pouzzolane artificielle (Fours à).....	Fumée.....	3 ^e
Protochlorure d'étain ou sel d'étain (Fabrication du).....	Emanations nuisibles.....	2 ^e
Prussiate de potasse. (Voir <i>Cyanure de potassium</i> .)		
Pulpes de betteraves. (Voir <i>Betteraves</i> .)		
Pulpes de pommes de terre. (Voir <i>Féculeries</i> .)		
Raffineries et fabriques de sucre.....	Fumée et odeur.....	2 ^e
Ramie. (Voir <i>Rouissage</i> .)		
Réfrigération (Appareils de) :		
1 ^{re} Par l'acide sulfureux.....	Emanations nuisibles.....	2 ^e
2 ^e Par l'ammoniac.....	Odeur.....	3 ^e
3 ^e Par l'éther ou autres liquides volatils et combustibles.....	Danger d'explosion et d'incendie.....	3 ^e
Résines, galipots et arcansons (Travail en grand pour la fonte et l'épuration des).....	Odeur, danger d'incendie.....	1 ^{re}
Rogues (Dépôts des salaisons liquides connues sous le nom de).....	Odeur.....	2 ^e
Rouge de Prusse et d'Angleterre.....	Emanations nuisibles.....	1 ^{re}
Rouissage en grand du chanvre et du lin....	Emanations nuisibles et altération des eaux.....	1 ^{re}
Rouissage en grand du chanvre, du lin et de la ramie par l'action des acides, de l'eau chaude et de la vapeur.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Sabots (Ateliers à enfumer les) par la combustion de la corne ou d'autres matières animales dans les villes.....	Odeur et fumée.....	1 ^{re}
Salaison et préparation des viandes.....	Odeur.....	3 ^e
Salaisons (Ateliers pour les) et le saurage des poissons.....	<i>Idem</i>	2 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Salaisons (Dépôts de) dans les villes.....	Odeur.....	3 ^e
Sang :		
1 ^o Ateliers pour la séparation de la fibrine, de l'albumine, etc.....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
2 ^o (Dépôts de) pour la fabrication du blen de Prusse et autres industries.....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
3 ^o (Fabrique de poudre de) pour la clarification des vins.....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
Sardines (Fabriques de conserves de) dans les villes.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Saucisson (Fabrication en grand de).....	<i>Idem</i>	2 ^e
Saurage des harengs. (Voir <i>Harengs</i> .)		
Savonneries.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Schistes bitumineux. (Voir <i>Huiles de pétrole, de schiste, etc.</i>)		
Scieries mécaniques et établissements où l'on travaille le bois à l'aide de machines à vapeur ou à feu.....	Danger d'incendie.....	3 ^e
Séchage des éponges. (Voir <i>Eponges</i> .)		
Sécheries des morues. (Voir <i>Morues</i> .)		
Secrétage des peaux ou poils de lièvre ou de lapin.	Odeur.....	2 ^e
Sel ammoniac et sulfate d'ammoniaque (Fabrication de) par l'emploi des matières animales :		
1 ^o Comme établissement principal.....	Odeur, émanations nuisibles.....	1 ^{re}
2 ^o Comme annexe d'un dépôt d'engrais provenant de vidanges ou de débris d'animaux précédemment autorisé.....	<i>Idem</i>	2 ^e
Sel ammoniac et sulfate d'ammoniaque extraits des eaux d'épuration du gaz (Fabrique spéciale de).....	Odeur.....	2 ^e
Sel de soude (Fabrication du) avec le sulfate de soude.....	Fumée, émanations nuisibles.....	3 ^e
Sel d'étain. (Voir <i>Protochlorure d'étain</i> .)		
Serrurerie (Ateliers de). (Voir <i>Chaudronnerie et serrurerie</i> .)		
Sinapismes (Fabrications des) à l'aide des hydrocarbures :		
1 ^o Sans distillation.....	Odeur.....	2 ^e
2 ^o Avec distillation.....	Odeur et danger d'incendie.....	1 ^{re}
Sirop de fécule et glucose (Fabrication de)....	Odeur.....	3 ^e
Soie. (Voir <i>Filature des cocons</i> .)		
Soie artificielle (Fabrication de la) au moyen du collodion.....	Danger d'explosion et d'incendie.....	1 ^{re}

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Soies de pore (L'opération des) :		
1° Par fermentation.....	Odeur.....	1 ^{re}
2° Sans fermentation.....	Odeur et poussière.....	3 ^e
Soude. (Voir <i>Sulfate de soude.</i>)		
Soudes brutes (Dépôts de résidus provenant du lessivage des).....	Odeur, émanations nuisibles.....	1 ^{re}
Soudes brutes de varech (Fabrication des dans les établissements permanents).....	Odeur et fumée.....	1 ^{re}
Soufre (Fusion ou distillation du).....	Emanations nuisibles, danger d'incendie.....	2 ^e
Soufre (Lustrage au) des imitations de chapeaux de paille.....	Poussière nuisible.....	3 ^e
Soufre (Pulvérisation et blutage du).....	Poussière, danger d'incendie.....	3 ^e
Sucre. (Voir <i>Raffineries et fabriques de sucre.</i>)		
Sucre (Râperies annexées aux fabriques de)..	Odeur, altération des eaux.	3 ^e
Suif brun (Fabrication du).....	Odeur, danger d'incendie.	1 ^{re}
Suif en branches (Fonderies de) :		
1° A feu nu.....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
2° Au bain-marie ou à la vapeur.....	Odeur.....	2 ^e
Suif d'os (Fabrication du).....	Odeur, altération des eaux,	
Sulfate de baryte (Décoloration du). (Voir <i>Baryte.</i>)	danger d'incendie.....	1 ^{re}
Sulfate de cuivre (Fabrication du) au moyen du grillage des pyrites.....	Emanations nuisibles, fumée.....	1 ^{re}
Sulfate de fer, d'alumine et alun (Fabrication du) par le lavage des terres pyriteuses et alumineuses grillées.....	Fumée et altération des eaux.....	3 ^e
Sulfate de mercure (Fabrication du) :		
1° Quand les vapeurs ne sont pas absorbées.....	Emanations nuisibles.....	1 ^{re}
2° Quand les vapeurs sont absorbées....	Emanations moindres.....	2 ^e
Sulfate de peroxyde de fer (Fabrication du) par le sulfate de protoxyde de fer et l'acide nitrique (nitro-sulfate de fer).....	Emanations nuisibles.....	2 ^e
Sulfate de protoxyde de fer ou couperose verte par l'action de l'acide sulfurique sur la ferraille (Fabrication en grand du).....	Fumée, émanations nuisibles.....	3 ^e
Sulfate de soude (Fabrication du) par la décomposition du sel marin par l'acide sulfurique :		
1° Sans condensation de l'acide chlorhydrique.....	Emanations nuisibles.....	1 ^{re}
2° Avec condensation complète de l'acide chlorhydrique.....	<i>Idem</i>	2 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Sulfure d'arsenic (Fabrication du), à la condition que les vapeurs seront condensées....	Odeur, émanations nuisibles.....	2 ^e
Sulfure de carbone (Dépôts de). (Suivent le régime des huiles de pétrole.)		
Sulfure de carbone (Fabrication du).....	Odeur, danger d'incendie..	1 ^{re}
Sulfure de carbone (Manufactures dans lesquelles on emploie en grand le).....	Danger d'incendie.....	1 ^{re}
Sulfure de sodium (Fabrication du).....	Odeur.....	2 ^e
Sulfures métalliques. (Voir <i>Grillage des minerais sulfureux.</i>)		
Superphosphates de chaux et de potasse (Fabrication du).....	Emanations nuisibles.....	2 ^e
Tabac (Incinération des côtes de).....	Odeur et fumée.....	1 ^{re}
Tabacs (Manufactures de).....	Odeur et poussière.....	2 ^e
Tabatières en carton (Fabrication des).....	Odeur et danger d'incendie.	3 ^e
Taffetas et toiles vernis ou cirés (Fabrication de).....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
Tan (Moulins à).....	Bruit et poussière.....	3 ^e
Tannée humide (Incinération de la).....	Fumée, odeur.....	2 ^e
Tanneries.....	Odeur.....	2 ^e
Tapis (Battage en grand des). (Voir <i>Battage.</i>)		
Teillage du lin, du chanvre et du jute en grand.....	Poussière et bruit.....	2 ^e
Teintureries.....	Odeur et altération des eaux.	2 ^e
Teintureries de peaux.....	Odeur.....	3 ^e
Térébenthine (Distillation et travail en grand de la). (Voir <i>Huiles de pétrole, de schiste, etc.</i>)		
Terres émaillées (Fabrication de) :		
1 ^o Avec fours non fumivores.....	Fumée.....	2 ^e
2 ^o Avec fours fumivores.....	Fumée accidentelle.....	3 ^e
Terres pyriteuses et alumineuses (Grillage des).	Fumée, émanations nuisibles.....	1 ^{re}
Tissus d'or et d'argent (Brûlerie en grand des). (Voir <i>Galons.</i>)		
Toiles (Blanchiment des). (Voir <i>Blanchiment.</i>)		
Toiles cirées. (Voir <i>Taffetas et toiles vernis.</i>)		
Toiles grasses pour emballage, tissus, cordes goudronnées, papiers goudronnés, cartons et tuyaux bitumés (Fabriques de) :		
1 ^o Travail à chaud.....	Odeur, danger d'incendie..	2 ^e
2 ^o Travail à froid.....	<i>Idem</i>	3 ^e
Toiles peintes (Fabriques de).....	Odeur.....	3 ^e
Toiles vernies (Fabriques de). (Voir <i>Taffetas et toiles vernis.</i>)		
Tôles et métaux vernis.....	Odeur, danger d'incendie..	3 ^e

DÉSIGNATION DES INDUSTRIES	INCONVÉNIENTS	CLASSES
Tonnellerie en grand opérant sur des fûts imprégnés de matières grasses et putrescibles.	Bruit, odeur et fumée.....	2 ^e
Torches résineuses (Fabrication de).....	Odeur et danger du feu.....	2 ^e
Tourbe (Carbonisation de la) :		
1 ^o A vases ouverts.....	Odeur et fumée.....	1 ^{re}
2 ^o En vases clos.....	Odeur.....	2 ^e
Tourteaux d'olives (Traitement des) par le sulfure de carbone.....	Danger d'incendie.....	1 ^{re}
Tréfileries.....	Bruit et fumée.....	3 ^e
Triperies annexes des abattoirs.....	Odeur et altération des eaux.....	1 ^{re}
Tueries d'animaux. (Voir aussi <i>Abattoirs publics</i> .).....	Danger des animaux et odeur.....	2 ^e
Tuilerie avec fours non fumivores.....	Fumée.....	3 ^e
Tuiles métalliques (Trempage au goudron des).	Émanations nuisibles, danger d'incendie.....	2 ^e
Tuyaux de drainage (Fabriques de).....	Fumée.....	3 ^e
Urate (Fabriques d'). (Voir <i>Engrais [Fabrication des]</i> .)		
Vacheries dans les villes de plus de 5.000 habitants.....	Odeur et écoulement des urines.....	3 ^e
Varech. (Voir <i>Soude de varech</i> .)		
Verdet ou vert-de-gris (Fabrication du) au moyen de l'acide pyroligneux.....	Odeur.....	3 ^e
Vernis à l'esprit-de-vin (Fabriques des).....	Odeur et danger d'incendie.....	2 ^e
Vernis (Ateliers où on applique le) sur les cuirs, feutres, taffetas, toiles, chapeaux. (V. <i>ces mots</i> .)		
Vernis gras (Fabrique de).....	<i>Idem</i>	1 ^{re}
Vernis. (Voir <i>Argenture des glaces</i> .)		
Verreries, cristalleries et manufactures de glaces :		
1 ^o Avec fours non fumivores.....	Fumée et danger d'incendie.....	2 ^e
2 ^o Avec fours fumivores.....	Danger d'incendie.....	3 ^e
Vessies nettoyées et débarrassées de toute substance membraneuse (Ateliers pour le gonflement et le séchage des).....	Odeur.....	2 ^e
Viandes (Salaisons des). (Voir <i>Salaisons</i> .)		
Visières vernies (Fabriques de). (Voir <i>Feutres et visières</i> .)		
Voïries. (Voir <i>Boues et immondices</i> .)		
Volailles (Engraissement des). (Voir <i>Engraissement</i> .)		
Wagons (Construction des). (Voir <i>Machines et wagons</i> .)		

CHAPITRE II

FORMES GÉNÉRALES DES USINES ET DONNÉES SOMMAIRES SUR LEUR CONSTRUCTION

La construction des établissements industriels doit être, en général, légère, économique et susceptible d'agrandissement.

Pour des ateliers provisoires, comme les scieries demi-fixes ou de dimensions restreintes, comme les divers bâtiments des fabriques d'explosifs, les murs, au lieu d'être montés en maçonnerie, sont formés de pans de bois, c'est-à-dire d'une ossature en charpente dont on remplit ensuite les intervalles soit avec des planches, soit par une maçonnerie légère. Quelquefois même, pour les scieries en forêt, pour les briqueteries, on se contente de simples hangars.

Pour les établissements qui doivent servir à la fabrication de produits chimiques facilement inflammables, on emploie, au lieu de pans de bois, des pans de fer qui ont une plus grande durée et ne présentent pas des dangers d'incendie. Les bâtiments à pans de fer, comme ceux à pans de bois, sont recouverts par une couverture légère.

On donne souvent aux diverses usines la forme dite à crémaillère, constituée par un rez-de-chaussée éclairé par la partie supérieure au moyen de pans vitrés alternant avec des pans pleins et donnant l'illusion d'une gigantesque lame de scie.

Cette disposition est aujourd'hui la plus fréquemment employée en Angleterre et en France pour le tissage, parce qu'elle donne le moins de vibrations, la moindre usure des machines et le minimum de rupture des fils.

Si les usines doivent contenir des machines opératrices de grande hauteur (pilons, presses), comme les fonderies, des appareils de levage, comme les ateliers de construction mécanique, ou des fours, comme les verreries et les usines à gaz, on les construit en forme de hall.

Lorsque la place manque, comme dans l'intérieur des villes, les usines sont à étages, mais avec des cours intérieures pour ménager l'éclairage des rez-de-chaussée.

Même lorsque la place ne manque pas, on adopte quelquefois la forme à étages, si la nature des opérations effectuées nécessite que les diverses machines se correspondent verticalement; c'est ce qui a lieu pour les moulins et pour les manufactures où la matière première, amenée d'abord aux étages supérieurs, descend peu à peu à mesure qu'elle se modifie et se rapproche du produit définitif.

Dans les usines du genre des laveries, des moulins à phosphate ou à ciment, il y a intérêt, si le sol est ondulé, à adopter comme disposition d'ensemble la forme dite « en cascade ». Autrement dit, l'usine est adossée à un coteau de façon à éviter le remontage des produits au fur et à mesure de l'avancement dans la fabrication.

Outre les locaux affectés au travail, les usines comportent des dépendances dont les plus importantes sont la salle des chaudières avec les cheminées, la chambre des machines motrices, l'atelier de réparations, les cabinets d'aisances, les magasins et hangars destinés à renfermer les matières premières et les produits manufacturés. Certaines industries, telles que la menuiserie, la tonnellerie, la fonderie, la fabrication des ciments et des briques, comportent en plus des séchoirs, des salles d'étuvage et de chauffage, des chambres où l'on dépose les copeaux.

Nous allons résumer très sommairement les principes relatifs à la construction des divers types d'usines et de leurs dépendances. Nous traiterons aussi des fours utilisés en métallurgie et dans le travail au feu des pierres et des terres. Enfin nous indiquerons les quelques mesures indispensables à prendre dans la construction, aux colonies, des bâtiments susceptibles d'être utilisés comme ateliers.

§ 1. — Usines à pans de bois.

M. Ch. Sée, dans son *Aide-Mémoire de l'Architecte*, examine la construction d'un bâtiment à pans de bois de 20 mètres de longueur sur 14 mètres de largeur. Ce bâtiment, à un seul étage, doit reposer sur un soubassement en maçonnerie s'élevant à 0^m,60 au-dessus du sol et interrompu vis-à-vis des portes. Ce soubassement a pour but de garantir les bois de l'humidité du sol, qui les ferait vite pourrir.

Des poteaux en sapin de 22/22, espacés de 4 mètres, supportent des fermes de 14 mètres de portée couvertes en tuiles à emboîtement, ainsi que le lanterneau; ces poteaux reposent sur des massifs en maçonnerie de 0,50/0,50 avec interposition de briques de 0,22 et sont reliés à leurs têtes par des sablières de 8/22. Le remplissage est en briques pleines de 0,11 d'épaisseur; à la partie supérieure, il est remplacé par un vitrage sur 2 mètres de hauteur. Ce vitrage repose sur une sablière de 16/16, soutenue en son milieu par un poteau de 16/16. Toutes ces pièces sont en sapin.

Le prix approximatif d'un pareil bâtiment (y compris les fondations en béton de cailloux et chaux hydraulique, enduits en plâtre à l'intérieur des murs, portes à deux vantaux, châssis fixe en verre simple, dallage en ciment Portland sur couche de béton de 0^m,10, peinture, serrurerie, etc.) est de 40 à 50 francs par mètre superficiel.

Lorsqu'on ne dispose pas d'un grand emplacement, on construit des

bâtiments à pans de bois pourvus d'un étage. Le prix d'estimation d'une pareille construction varie de 65 à 70 francs par mètre superficiel.

Les constructions à pans de bois ont l'avantage de s'élever rapidement, de pouvoir se démonter et d'être, à cause de leur légèreté, facilement transportables. Mais elles ont l'inconvénient d'être très facilement détruites par les incendies et, de plus, le bois étant devenu d'un prix relativement élevé, elles ne sont économiques que dans les régions forestières. Aussi leur usage tend de plus en plus à se limiter aux industries qui s'exercent au voisinage des forêts (débitage et sciage des bois, distillation des bois et des résines, préparation des extraits de bois colorant).

§ 2. — Usines à pans de fer.

Les bâtiments en pans de fer offrent la même disposition générale et les mêmes avantages que les bâtiments à pans de bois. En outre, ils ont une plus grande durée. Aussi leur construction se développe considérablement, surtout pour les usines de produits chimiques.

Avec les pans de fer, on emploie toujours un remplissage en maçonnerie ou un revêtement en plaques minces de métal, ce dernier remplaçant le plancher des bâtiments en bois. Par suite de ce mode de remplissage, les pièces accessoires et les écharpes peuvent être supprimées, car la rigidité beaucoup plus grande des pièces métalliques est suffisante pour assurer l'invariabilité des angles. Le bâti est ainsi très simplifié: il ne comprend plus que les sablières et les poteaux principaux.

« Les pans de fer, dit M. Léger, vu leur peu d'épaisseur, exigent peu d'espace et donnent leur maximum de solidité sans le secours de hourdis, qui n'a d'autre effet que de clore. »

Les pièces du bâti peuvent être composées de façons très diverses, suivant qu'on les formera de fers laminés, de fers composés ou de fonte.

En supposant un remplissage en briques de 0^m,11 hourdées au mortier de chaux hydraulique, des fondations en moellon sur béton de cailloux, des dés en pierre de taille pour les poteaux principaux, un dallage en ciment sur béton, une peinture à l'huile à deux couches sur tous les fers, M. Ch. Sée fixe entre 70 et 80 francs le prix d'estimation, à Paris, par mètre superficiel d'un bâtiment en pans de fer à un étage.

Pour la construction des pans de fer employés dans les usines à plusieurs étages, les murs de caves en meulrières de 0^m,50 ou en briques de 0^m,33 sont arrêtés au plancher bas du rez-de-chaussée et, d'autres

fois, au plancher bas du 1^{er} étage, et sur toute la longueur de l'arase on place une semelle en tôle bien de niveau. Sur cette semelle, on assemble à équerre les pieds des poteaux. Les poteaux sont simples ou triples (composés de un ou trois fers à I); selon leur place et la charge qu'ils ont à supporter, ils sont interrompus à chaque étage pour laisser passer la sablière avec laquelle on les assemble à queue.

La couverture des usines à pans de fer comme à pans de bois s'effectue avec les mêmes matériaux que la couverture des autres bâtiments. Nous signalerons toutefois la couverture en tôle ondulée et aussi la couverture avec ardoises et losanges en zinc.

Pour les couvertures en tôle ondulée, on adopte, d'après M. Sée, des tôles ayant les dimensions suivantes :

PORTÉE en mètres	LARGEUR d'une ondulation	HAUTEUR de l'ondulation	ÉPAISSEUR de la tôle
	millim.	millim.	millim.
8 à 12	90	50	1
12 à 15	90	60	1
15 à 20	100	80	1
20 à 25	100	80	1,5

Les ardoises et losanges en zinc qui remplacent l'ardoise de carrière dans toutes ses applications sur la même pente ne sont ni enlevés par le vent, ni brisés par la grêle, et conservent toujours leur valeur comme vieux métal, tandis que l'ardoise de carrière n'en garde aucune. Les tuiles de zinc rectangulaires agrafées, livrées par la Société anonyme de la Vieille-Montagne, et dont les dimensions sont de 0^m,41 × 0^m,33, peuvent se poser sur une pente de 0^m,30 par mètre et même moins, indifféremment sur volige jointive ou espacée et sur lattes à jour.

Le zinc cannelé ou ondulé est également d'un emploi très économique, les feuilles se posant directement sur les pannes en bois ou en fer des charpentes sans volige ni chevrons. La possibilité de fabriquer des feuilles de la hauteur même des rampants à couvrir, lorsque cette hauteur n'atteint pas 4 mètres, permet de supprimer tout recouvrement horizontal des feuilles, et de ne donner à la charpente que l'inclinaison nécessaire pour l'écoulement des eaux.

§ 3. — Usines à crémaillère.

Plusieurs opérations de l'industrie textile exigent une température et un état hygrométrique à peu près constants. Si les variations de température modifient particulièrement le degré de souplesse des fibres, les variations d'hygrométrie modifient essentiellement le degré de résistance. Voilà pourquoi les industriels dont il s'agit ont cherché au début à obtenir les meilleures conditions de production en installant leurs opérations les plus délicates dans des bâtiments en sous-sol. Dans le même ordre d'idées sont nés, il y a une cinquantaine d'années, les premiers bâtiments de filature à rez-de-chaussée, dont l'installation, faite d'abord entièrement voûtée en arc de cloître, fut chère, mais excellente; celle de M. Gast, à Isenheim (Alsace), peut être citée comme mémoire et exemple à ce sujet. L'influence réelle de la disposition dont il s'agit sur la bonne marche de filatures de laine peignée ou de coton en numéros fins fut bien constatée. On ne saurait assurément comparer à ces premiers bâtiments voûtés, comme convenance pour leur usage, les installations ultérieures à toitures à crémaillère (Sheds), qui se généralisèrent ensuite en Alsace et ailleurs, car ces installations, perdant de vue leur but principal pour abaisser le prix de revient, ne conservèrent, des qualités précieuses de ces bâtiments voûtés, que le caractère commode de plain-pied et un éclairage abondant.

Malgré cela, les usines à crémaillère se sont répandues dans presque toutes les régions et pour les industries les plus diverses.

Dans ces usines, le bâtiment se compose de travées accolées de 6 à 12 mètres de largeur, constituées par les murs à l'extérieur et par des rangées de poteaux métalliques à l'intérieur. Les murs sont en briques. Le sol peut être recouvert de béton de ciment, d'asphalte ou de macadam. Le comble Shed est celui qui convient par excellence. Il présente les avantages d'augmenter la quantité de lumière devant éclairer les ateliers, d'éviter, en exposant la partie vitrée au nord, la trop grande vivacité des rayons solaires, et d'obtenir une lumière diffuse et, par suite, plus constante; cette forme de combles présente pourtant l'inconvénient de favoriser les amas de neige; il faut donc pouvoir assez promptement l'évacuer au dehors et, pour cela, un large chéneau est indispensable.

Les entrevous sont employés aussi pour la couverture de Shed. Ils se placent sur des chevrons en fer. Au faitage du côté du vitrage sont disposées des pièces formant larmier. Sur le chéneau sont placés des bandeaux chaulattes. Au sommet se trouve une faîterie formant chemin. Les lattes sont remplacées par des bandes de plâtre ou de ciment

trainées sur les bandeaux. Les tuiles peuvent encore être posées à bain de mortier.

§ 4. — Usines en forme de hall.

La forme de hall convient spécialement pour les usines métallurgiques, les fonderies, les ateliers de construction mécanique et tous autres établissements industriels où l'on manipule des pièces de fortes dimensions au moyen de puissants engins de levage. Sauf dans les fonderies, où l'éclairage naturel ne doit pas être trop intense, on peut employer pour les usines en forme de hall des toitures en verre formées de plaques de 0^m,005 à 0^m,008 d'épaisseur, ayant 0^m,50 à 1 mètre sur 0^m,40 à 0^m,50 avec recouvrement de 6 à 7 centimètres. Les plaques sont mastiquées les unes aux autres et disposées sur des fers profilés à vitrages, placés parallèlement aux chevrons et distants de 0^m,40 à 0^m,50.

§ 5. — Usines à plusieurs étages.

Les usines à étages sont avantageusement construites en matériaux incombustibles, tels que briques réfractaires, terres cuites, différentes espèces de ciments et de bétons. Les pièces de bois qui seraient maintenues doivent être recouvertes de plâtre et de tôle, d'une couche de peinture d'amiante, d'une couche de béton ou d'argile délayée dans une solution de verre soluble, ou bien encore imprégnées de substances chimiques qui, en se volatilisant, produisent des gaz incombustibles eux-mêmes. Les bâtiments uniquement en fonte ou en fer ont une médiocre résistance au feu; ils s'effondrent terriblement sous le jet même d'eau froide des pompes amenées par les sauveteurs. Ce n'est pas une raison pour renoncer aux constructions métalliques, mais il convient de prendre à leur sujet des mesures spéciales de préservation dont, entre autres spécialistes, le *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure* a donné l'indication suivante : Recouvrir les piliers en fer d'enduits réfractaires à l'extérieur : liège, plâtre, ciment d'amiante ou ciment quelconque, et enfermer le tout dans une enveloppe de légères plaques de tôle rivées. Le liège ou la pâte de bois donnent les meilleurs résultats; ces matières se consomment au grand feu et dégagent à la vérité des gaz inflammables, mais, une fois consumées, elles laissent autour des piliers ou des charpentes en fer une couche de charbon que le jet des pompes à incendie peut arroser sans les faire éclater.

Les principes qui président à la construction des usines à étages diffèrent peu de ceux relatifs aux autres constructions civiles. Il faut pourtant, lorsque des machines lourdes doivent être disposées aux divers étages, prendre certaines précautions dans la construction, des

planchers, qui doivent être suffisamment résistants et, de plus, intercepter le son. Dans ces dernières années, les planchers de plusieurs nouvelles usines ont été construits avec des poutres mixtes en fer et béton de ciment, reliées par des plates-bandes de béton de façon à former un monolithe, sans vides, imperméable et, pour toutes ces raisons, très hygiénique. L'adhérence du ciment au fer est très grande et le ciment protège le fer contre la rouille et les dangers d'incendie.

Les planchers en ciment avec ossature métallique sont très avantageux à cause de la faible épaisseur de leurs parois et, par suite, de leur légèreté. A résistance égale, ces planches présentent infiniment moins que les planchers en fer, ce qui est très avantageux quand on se trouve en présence d'un sol incapable de supporter de fortes pressions. Ce sont là des propriétés remarquables qui méritent d'appeler l'attention sur ces sortes de planchers, qu'il convient pourtant de n'employer qu'après que leur résistance aura été démontrée par des expériences concluantes.

Les principaux types sont ceux de MM. Coignet et de Tedesco, Hennebique, Cottancin, et aussi les constructions en métal déployé.

Le mode de construction Coignet consiste essentiellement à confectionner un quadrillage métallique composé rationnellement de l'arrès de dimensions bien choisies et à noyer le tout dans un mortier de ciment dont la forme extérieure sera celle définitive de l'objet à obtenir. Pour un plancher, la construction se compose d'une poutre en ciment avec ossature métallique composée d'une plate-bande continue encadrée par les murs qui l'entourent et portée par un certain nombre de nervures ou poutrelles en ciment à l'extrémité inférieure desquelles se trouve logée une barre de fer rond ou d'acier. Les poutrelles sont généralement espacées de 0^m,70 environ d'axe en axe. Le plancher construit par M. Coignet pour la fabrique de ciments de Portland artificiels de M. Candlot a une épaisseur de 0^m,06; il est armé d'un treillis en fil de fer de 0^m,004, à mailles de 0^m,10; la semelle inférieure est constituée par une barre de fer de 0^m,016 de diamètre, qui se répète tous les 0^m,65, encadrée par une poutrelle de 0^m,05 d'épaisseur. Ces barres sont, en outre, réunies au treillis du plancher par des attaches en fils de 0^m,004 se répétant tous les 0^m,10. Enfin, la poutrelle renferme à sa partie supérieure une barre de 0^m,014 de diamètre. Les données étaient les suivantes : 3^m,90 de portée, 3^m,80 de largeur et 150 kilogrammes de surcharge.

Avec le système Hennebique, il faut une épaisseur de 0^m,15 de ciment et une section de 0^m,012 de fer pour porter une charge de 1.200 kilogrammes sans que la limite d'élasticité soit atteinte.

M. P. Cottancin forme, avec un fil en fer ou en acier, une chaîne continue et tisse cette chaîne avec une trame constituée de la même manière. La toile, ainsi formée, est munie, sur tout son pourtour, de boucles qui relient les diverses parties du treillis. Les boucles arrêtent

les treillis sur les côtés, en recevant une tige métallique rigide. Ce treillis est recouvert d'une couche de ciment de quelques centimètres.

Pour permettre à ces ouvrages les grandes portées et les fortes charges, M. P. Cottancin leur adjoint des épines contreforts qui découpent leur surface inférieure en caissons accolés. Ces nervures sont constituées par une trame métallique noyée dans du ciment, mais posée de champ pour résister à la flexion. La trame verticale des nervures est reliée maille à maille à la trame horizontale de la plaque. Un fer plat longe inférieurement l'épi. Ces nervures constituent de véritables poutres à treillis.

Avec le système Cottancin, il suffit de 0^m.032 d'épaisseur de ciment et de 0^m2,0004 de section; avec une portée de 1 mètre, cette dernière plaque, de 0^m.40 de large et 0^m.04 d'épaisseur, et de même section de métal, supporte en son milieu 1.220 kilogrammes.

Dans les planchers faits avec ce système, on emploie des fils de 0^m.004 de diamètre et des plaques de 0^m.04 d'épaisseur, et on ne laisse pas sans épi des largeurs supérieures à 1^m.30. Sous cette condition, l'architecte peut croiser ses nervures comme il l'entend et obtenir pour les plafonds des combinaisons variées. Dans bien des cas, ce plancher peut suffire sans l'adjonction de parquet, carrelage ou remplissage; le ciment joue alors le rôle de carrelage et présente l'avantage de pouvoir être lavé avec des solutions antiseptiques. Si l'on veut un parquet, on peut incruster, pendant qu'on coule le ciment, de faibles lambourdes autour de l'ossature métallique, sur lesquelles on fixe le parquet.

Pour éviter la sonorité de ces parquets, on dispose, dans les caissons formés par les nervures inférieures, des plaques de plâtre à ossature métallique légère, ayant exactement la section de ces caissons. Pendant la construction du plancher en ciment, ces plaques, soutenues par de petits tasseaux en bois reposant sur les taquets des épines, occupent la même position; quand le plancher est établi, on les fait descendre; un véritable matelas d'air se trouve alors emprisonné au-dessous du plancher. Les plaques peuvent être peintes ou décorées d'ornements en verre ou en céramique.

Le système P. Cottancin peut être appliqué aux combles. Il suffit de remplacer la charpente par une voûte mince à nervures. La couverture en ciment peut être laissée apparente, ou bien on y encastre directement, à bain de mortier, des ardoises, des morceaux de verre ou des plaques de céramique. A l'extérieur, on dispose une double paroi analogue à celle dont nous avons parlé pour les plafonds ou une contre-voûte en briques de liège. On obtient ainsi des combles assez isolés de l'extérieur. Les lucarnes et baies pratiquées dans ces voûtes ne les affaiblissent pas, parce que les joues sont constituées par des épis qui rachètent l'affaiblissement produit par le vide.

Le ciment armé de métal déployé est aussi employé pour l'établis-

sement de planchers, mais ce n'est qu'accidentellement, et son principal usage réside dans l'établissement des plafonds et des cloisons de plâtre et comme revêtement isolant des charpentes métalliques qui, de cette façon, ne s'échauffent plus en cas d'incendie et ne renversent pas les murs. Le métal déployé est un treillis métallique composé de lanières d'acier ou de tout autre métal sans solution de continuité et sans soudure, en mailles en forme de losanges, obtenu mécaniquement par la machine Golding. Cette machine reçoit à l'avant des tôles pleines et livre à l'arrière les tôles ajourées, sans qu'il y ait perte de matière. Elle découpe sur toute la largeur de ces tôles successivement un certain nombre de courtes lanières restant adhérentes à la tôle génératrice à leurs extrémités et elle les refoule en les développant en demi-losanges. Les côtés de ces losanges sont les lanières détachées et leurs sommets ou nœuds sont les parties que les coupeaux ont respectées. Suivant l'épaisseur de la tôle génératrice, la largeur et la longueur des lanières découpées, on obtient des feuilles de métal déployé plus ou moins souples, plus ou moins rigides, comme aussi à mailles plus ou moins larges. Plus on déploie le métal, plus larges sont les mailles, mais cette largeur dépend surtout de celle des coupeaux et, par suite, de la longueur des lanières qu'ils découpent.

Pour la couverture d'un bâtiment à plusieurs étages servant d'usine, on a longtemps exclusivement employé la tuile, l'ardoise ou le zinc. Actuellement, on remarque une certaine tendance à adopter un système de toitures-terrasses avec chape imperméable, qui présente l'avantage de couvrir le même espace avec un moindre développement de toiture; ainsi, pour couvrir un bâtiment de 100 mètres de superficie, il faut : 150 mètres de couverture en tuiles, 136 mètres en ardoises, 112 mètres en zinc; 102 mètres seulement du papier-carton et de l'enduit bitumineux employés pour les toitures-terrasses suffisent comme couverture.

Dans les usines à étages, il est nécessaire, pour assurer le déplacement facile des matières premières et des produits de fabrication, d'installer des monte-charges. On appelle ainsi des appareils qui se composent d'un treuil actionnant une ou plusieurs cordes, auxquelles est suspendue la plate-forme ou cage, et d'un couloir traversant les ouvertures ménagées dans les planchers des différents étages pour le passage de la cage. Les dimensions des ouvertures à ménager à travers les planchers se déterminent d'après les dimensions de la base de la cage que l'on augmente, en général, de 0^m,20 sur les deux côtés qui sont parallèles aux portes et de 0^m,07 sur les deux autres côtés. Ainsi, pour une cage dont les dimensions de la base seraient de 1 mètre et de 0^m,75, il faudrait donner au couloir $1^m + 0^m,20 = 1^m,20$ en largeur et $0^m,75 + 0^m,07 = 0^m,82$ en profondeur.

Très souvent les monte-charges affectés au transport des matières

et les escaliers pour le personnel sont disposés dans des tourelles à section quadrangulaire adjacentes aux bâtiments, dont les divers étages sont utilisés comme ateliers ou magasins.

Pour des détails sur l'installation des monte-charges et sur la fermeture automatique des portes, nous renvoyons le lecteur à notre ouvrage *la Sécurité du travail dans l'industrie*¹.

Voici maintenant les prix approximatifs des bâtiments isolés servant d'usine :

1 ^o Bâtiment à deux étages avec cave servant de magasin, les supports et les poutres étant en fer, les planchers pouvant supporter de 500 à 1.000 kilogrammes par mètre carré, et la hauteur d'étage dans œuvre de 3 ^m ,50 : par mètre superficiel.....	115 francs
2 ^o Bâtiment à trois étages : par mètre superficiel.....	150 —
3 ^o Bâtiment à quatre étages : par mètre superficiel.....	180 —

De pareils bâtiments exigent une dépense d'entretien annuel égale environ à 1 fr. 50 pour 100 francs du montant des frais de construction. La durée de pareils bâtiments est d'au moins cent ans, ce qui fait pour l'amortissement 1 franc pour chaque 100 francs des frais de construction.

§ 6. — Usines coloniales.

La disposition des ateliers a dans nos colonies une influence prépondérante sur la santé de l'Européen appelé à y séjourner. Sur la côte occidentale d'Afrique, une usine bâtie sur le littoral recevrait un vent de mer qui, au lieu d'être salubre comme il l'est d'ordinaire partout, arrive chargé des émanations des lagunes côtières et des marécages qui y aboutissent. Ces vents apportent des fièvres qu'on ne peut éviter qu'en plaçant l'usine sur un plateau élevé, convenablement drainé et bien sec. L'élévation préserve, en effet, contre les émanations des marais, et, de plus, procure une température plus supportable pour l'Européen.

Les divers ateliers doivent être spacieux et hauts, et il est bon que les cloisons de séparation n'atteignent pas le plafond, de façon à faciliter l'aération. La couverture de l'établissement joue aussi un grand rôle. Suivant qu'elle arrêtera plus ou moins les rayons du soleil, elle rendra l'usine plus ou moins saine. A la différence de plusieurs usines françaises, il faut, si l'on emploie la tôle, faire un plafond et laisser entre celui-ci et la toiture un grenier largement ventilé.

¹ *La Sécurité du travail dans l'industrie. Moyens préventifs contre les accidents d'usines et d'ateliers*, par Paul Ruzous. Prix, 12 fr. 50. V^e Ch. Dunod, éditeur, 49, quai des Grands-Augustins, Paris.

§ 7. — Salles des chaudières, magasins.

Salle des chaudières. — Les générateurs de vapeur doivent être établis dans un local spécial isolé ou tout au moins séparé par un mur de refend des ateliers et magasins; ce local doit être recouvert légèrement ou bien surmonté d'un réservoir qui peut servir à remplir la chaudière. L'emplacement du chauffeur doit être spacieux et aéré pour faciliter l'arrivée de l'air sous la grille; il doit, comme le dessus de la chaudière, être bien éclairé afin que l'on puisse distinctement voir fonctionner les appareils.

Les fourneaux en maçonnerie des chaudières à vapeur doivent se construire en briques ordinaires comme revêtement extérieur et en briques réfractaires pour l'intérieur de la chambre de combustion, les briques réfractaires ayant un grand pouvoir rayonnant.

Dans la construction d'un fourneau, il faut s'attacher à mettre les murs verticaux très exactement les uns au-dessus des autres sans porte-à-faux; à isoler complètement les fourneaux des murs des bâtiments pour ne pas faire subir à ceux-ci les effets de dilatation du fourneau et pour ne pas transmettre au fourneau l'humidité que les murs du bâtiment peuvent recevoir du terrain ambiant; à les isoler du sol environnant si celui-ci est humide; à les munir d'armatures dans tous les sens. Ces armatures sont destinées à empêcher les dislocations; elles doivent être de préférence en fer à I du commerce et travaillées de champ, de manière à utiliser toute leur résistance.

Les murs des fourneaux se construisent en épaisseurs de 0^m,22, 0^m,36, 0^m,48 (un multiple de 0^m,11 qui représente l'épaisseur d'une brique, plus l'épaisseur des joints en mortier de chaux hydraulique pour les revêtements extérieurs et constitués par un mélange de kaolin et de sable pour les joints intérieurs).

Magasins. — Suivant la nature des matières premières ou des produits fabriqués, on emploie comme magasins des hangars fermés sur les quatre côtés, ou bien ayant un côté long ouvert, ou simplement supportés par des piliers.

Les prix approximatifs de ces divers hangars sont les suivants par mètre superficiel :

Hangars fermés sur les quatre côtés.....	35 francs
Hangars ayant un côté long ouvert.....	25 —
Hangars avec toiture d'ardoise artificielle supportée par des piliers.....	15 —

§ 8. — Construction des fours industriels.

On distingue deux parties principales dans la construction d'un four :

Le massif réfractaire ;

Le massif extérieur.

Le massif réfractaire est composé uniquement de matériaux pouvant résister au contact du feu et n'ayant pas de *dilatation* sensible. Leur nature chimique doit leur permettre aussi de résister à l'action corrosive des *scories et laitiers*, ainsi que des métaux, à l'état de *matte* ou de *fente*.

Les garnissages sont dits *acidés* ou *basiques*, suivant leur nature. Ces derniers exercent une action favorable pour la *désulfuration* et la *déphosphoration*. On emploie aussi avec succès les garnissages en *plombagine* et en *fer chromé*.

Il faut éviter les parois réfractaires trop épaisses, d'abord par raison d'économie et ensuite parce qu'étant soumises à des réfections fréquentes, il convient de leur donner des dimensions limitées.

Le massif intérieur doit toujours être indépendant du massif extérieur. On remplit le vide avec des matériaux menus et réfractaires (sable et brique concassés). La maçonnerie réfractaire doit être faite avec soin, les joints doivent être très serrés. On emploie, au lieu de mortier, du *coulis réfractaire* de très bonne qualité, ne fondant pas sous l'action de la chaleur, sinon le four tomberait promptement en ruine.

Sur le massif extérieur se posent les *armatures*, composées de fer I ou de rails encastrés dans le sol et réunis par de forts *tirants* filetés. Il est bon, en outre, de garnir les faces latérales avec des plaques en fonte, notamment au niveau de la poussée des voûtes.

On tend de plus en plus à garantir le massif réfractaire, non seulement par les moyens ci-dessus énumérés, mais encore par un refroidissement des parois au moyen d'une circulation continue d'air ou d'eau. Ce moyen est très efficace. On arrive même, pour les cubilots, les fours à manche, à supprimer complètement le revêtement intérieur en briques et à fondre directement dans un manchon métallique formé d'une ou plusieurs pièces refroidies constamment par un courant d'eau. Ces fours, dits « Water Jacket », qui ont été d'abord adoptés en Amérique, sont d'un usage courant pour la métallurgie du plomb et du cuivre.

Sous le rapport de la position des matières à élaborer par rapport au combustible, on peut ranger les fours et fourneaux industriels en trois catégories :

- 1° Fourneaux où la matière est au contact du combustible ;
- 2° Fourneaux où la matière est en contact avec les produits brûlés ;
- 3° Fourneaux où la matière est en vase clos isolé du combustible et des gaz.

Les fourneaux de la première catégorie sont dits à courant d'air naturel ou à courant d'air forcé. Le premier cas est celui de la calcination des minerais en tas, du grillage en tas, de la cuisson des

briques, etc. La température est peu élevée et le feu est conduit par des ouvreaux ménagés dans la *couverte*.

Les fours à *enveloppe fixe* et à tirage naturel ont un profil généralement conique ou tronc conique. On les allume par le bas et on y charge des couches alternatives de matières à élaborer et de combustible. On règle le tirage de façon à ne pas élever trop la température et à éviter des *fusions partielles* ou *frittage* de la masse. Il faut à ces fours des combustibles secs, la distillation des matières volatiles absorbant de la chaleur en pure perte. Le coke et l'antracite conviennent bien. C'est le cas pour les *fours à chaux* et pour la *calcination de la calamine*.

On règle la *sortie* de manière à décharger les matières aussi *froides* que possible. Il est bon de *rétrécir* la section des fours dans le bas, de manière à faciliter l'accès de l'air au centre du four, et on *l'élargit* au milieu, afin de s'opposer au tassement trop grand des matières qui se produirait dans une cuve cylindrique. Lorsque la hauteur du four fait craindre une combustion incomplète avec formation d'oxyde de carbone, on peut introduire de l'air par des ouvreaux à mi-hauteur.

On retire dans ces appareils de 50 à 60 0/0 de l'effet calorifique total. Ces fours, surtout lorsqu'ils sont à marche continue, sont économiques et s'établissent à peu de frais.

Dans le groupe des *fourneaux à courant d'air forcé* rentrent les *bas-foyers*, les *cubilots* et *fours à manche* (Cupolas), *fours à Water Jacket* pour la fusion de minerais de plomb et de cuivre, et enfin les *hauts fourneaux* pour la fabrication de la fonte.

Les formes, dimensions et hauteur sont très variables.

Le type des fours où la matière est en contact avec les gaz brûlés est le four à réverbère. La caractéristique des fours à réverbère est le rapport de la surface de la sole à la surface de la grille du foyer, de même que la caractéristique des fours du premier type (hauts fourneaux, fours à cuve, etc.) est le rapport du diamètre au niveau des tuyères à la quantité de combustible passée dans l'unité de temps.

Les fours pour la fabrication du gaz d'éclairage, les fours de réduction pour le zinc et pour le nickel, les fourneaux pour chaudières à vapeur, etc., rentrent dans la troisième catégorie. Ce qu'il faut rechercher surtout, c'est un chauffage uniforme de la capacité du four, de manière à éviter les ruptures des récipients réfractaires dues à des différences de température. Pour les fourneaux des chaudières, il n'est pas utile de multiplier au delà d'une certaine limite le parcours des gaz en contact avec les parois des chaudières; 30 mètres est un maximum au delà duquel la vaporisation par mètre carré de surface de chaudière cesse d'être avantageuse.

Fours électriques. — Les fours électriques peuvent se rattacher, comme les fours ordinaires, à deux types différents, suivant que le chauffage est direct ou indirect, c'est-à-dire que l'électricité traverse

l'espace occupé par les matières à échauffer, ou bien qu'elle chauffe un vase clos où ces matières sont contenues. Dans les deux cas, on peut distinguer deux procédés de chauffage : 1° par l'arc voltaïque, lorsque le circuit est interrompu et que le courant traverse des espaces vides; 2° par résistance, lorsque le courant traverse sans interruption, soit la charge même du four; soit son enveloppe. D'après M. Le Verrier, le premier procédé donne des températures plus élevées, mais en général un moins bon rendement.

Fours à chauffage direct. — La seule application industrielle importante du four à arc est jusqu'à présent la fabrication du carbure de calcium. Les fours susceptibles d'être utilisés dans cette fabrication sont les fours Siemens, Crampton, Moissan et Stassano.

Les fours à résistance peuvent servir à l'extraction de tous les métaux, mais ne sont employés en pratique que lorsqu'il s'agit d'un métal impossible ou difficile à réduire par le charbon. Ils seront préférables aux fours à arc toutes les fois qu'on n'aura pas affaire à des corps trop réfractaires, exigeant des températures extrêmes. Leur mode de marche exclut l'emploi des courants alternatifs.

Fours à chauffage indirect. — Ces fours, qui peuvent servir aux fusions non réductrices et à l'affinage des métaux réfractaires, ont surtout servi aux études de laboratoire.

Fours mixtes. — M. Minet a proposé divers types d'appareils intéressants permettant d'utiliser les gaz combustibles des hauts fourneaux ou les gaz brûlés des fours métallurgiques pour obtenir le chauffage normal, lequel serait complété par l'électricité. On a ainsi les fours mixtes dans lesquels on soumet à l'action du courant électrique des matières déjà échauffées par les procédés ordinaires.

§ 9. — Construction des cheminées d'usines.

Dimensions. — Pour déterminer les dimensions des cheminées, il existe diverses formules établies par leurs auteurs en tenant compte de diverses résistances théoriques et pratiques que la circulation des gaz rencontre dans les foyers, les carneaux et la cheminée.

Ces formules sont de la forme :

$$S = K \frac{n}{\sqrt{H}}$$

S étant la section de la cheminée en mètres carrés;

H, la hauteur de la cheminée en mètres;

n, le nombre de kilogrammes de houille à brûler par heure dans le fourneau;

Et K, un coefficient que Montgolfier prend égal à 0,0100, Tredgold à 0,0080 et Moulan à 0,0116.

On a donc :

Par la formule de Montgolfier.....	$S = 0,0100 \frac{n}{\sqrt{H}}$,
— Tredgold.....	$S = 0,0080 \frac{n}{\sqrt{H}}$,
— Moulan.....	$S = 0,0116 \frac{n}{\sqrt{H}}$.

Ces formules renferment, en réalité, deux inconnues, S et H. Elles ne permettent de calculer la section que lorsque la hauteur est connue, ou inversement. En général, c'est la hauteur que l'on se fixe; il existe d'ailleurs pour les usines à construire dans les centres habités, ainsi que pour les établissements insalubres et incommodes, un minimum de hauteur de cheminée déterminé par les règlements administratifs ou les arrêtés d'autorisation. De plus, on n'a pas intérêt à exagérer la hauteur, car les cheminées élevées sont considérablement plus coûteuses que les cheminées larges. Il ne faut pas, toutefois, tomber dans l'excès contraire, car une section trop grande aurait pour effet d'occasionner des rentrées d'air de haut en bas, le long des parois intérieures de la cheminée, la colonne des gaz chauds ne la remplissant pas complètement.

Il existe une règle pratique, très simple et très suivie, due à Darcet. Elle est déduite de l'observation de nombreuses cheminées fonctionnant très bien. Elle consiste à donner aux cheminées 1 décimètre carré de section par 3 kilogrammes à 3^{ks},2 de charbon à brûler par heure.

Comme la section libre des grilles doit être égale à la section de la cheminée et que cette section libre est au minimum le 1/5^e de la surface totale de la grille, il en résulte qu'il faut donner pour section minimum à la cheminée le 1/5^e de la surface de la grille.

Dans le cas d'une cheminée commune à plusieurs foyers, on doit calculer la section commune de la cheminée en la faisant égale à la somme des sections des vides des foyers.

En adoptant la règle de Darcet, tant pour les cheminées simples que pour les cheminées communes à plusieurs foyers, on se sera assuré d'un excès de tirage suffisant et indispensable. En effet, rien n'est si onéreux dans l'industrie qu'un tirage insuffisant; il oblige à brûler des charbons de prix élevés, il fait perdre quantité d'escarbilles dans les nettoyages fréquents, il entraîne enfin une combustion incomplète. En se donnant une cheminée un peu trop forte, on évite ces dommages; et si, d'ailleurs, son tirage était absolument trop énergique, le registre est là pour le réduire et le diminuer suivant la nécessité.

Genres de cheminées. — On construit les cheminées en briques ou en tôles. Les cheminées en tôle coûtent moins cher que les chemi-

nées en briques. Malheureusement, elles se détruisent en peu de temps par suite tant de l'oxydation de la tôle sous l'influence de l'atmosphère et des condensations intérieures de la vapeur d'eau que de l'action acide exercée sur le métal par certaines fumées. Aussi ne doivent-elles être préférées que pour les établissements ne devant avoir qu'une durée limitée.

Cheminées en briques. — Les cheminées en briques sont les plus solides et les plus favorables à un bon tirage. Lorsqu'elles sont de faible hauteur, elles peuvent avoir la même section sur toute l'étendue, aussi bien extérieurement qu'intérieurement; mais les hautes cheminées n'acquiescent une solidité suffisante que si elles ont une forme pyramidale, au moins extérieurement.

Les fondations des cheminées doivent descendre plus ou moins profondément dans le sol suivant la nature des terrains. Il faut, comme pour toutes les constructions en maçonnerie, s'appuyer sur des sols solides et répartir les pressions de manière qu'il n'y ait pas d'écrasement ou d'affaissement à craindre.

Les conduits qui amènent la fumée sont ordinairement placés dans le sol et débouchent dans le socle qui est placé dans le sol, sur du béton. Le vide intérieur de la cheminée doit descendre plus bas que le fond de ces conduits, afin que les cendres entraînées puissent s'accumuler à la base de la cheminée, sans gêner le tirage. Dans le soubassement, on ménage une ouverture fermée d'une demi-brique, par laquelle on s'introduit pour le nettoyage et les réparations.

La section de la cheminée peut être circulaire, carrée ou polygonale. La forme circulaire présente sur la forme carrée les avantages suivants :

- 1° Elle est plus agréable à la vue;
- 2° Elle donne moins de prise à l'action du vent;
- 3° Elle est plus favorable au mouvement rapide des gaz;
- 4° Elle exige $1/6^e$ environ moins de briques.

Toute cheminée en briques se compose de trois parties : le piédestal, le fût et le chapiteau.

Le piédestal est un prisme à section quelquefois ronde, mais le plus souvent polygonale ou carrée, d'une hauteur qui est ordinairement la racine carrée de la hauteur totale de la cheminée. Le fût, au-dessus du piédestal, est de forme tronc conique avec un fruit extérieur ordinairement compris entre $0^m,025$ à $0^m,030$ par mètre, suivant le diamètre de la cheminée. Il est quelquefois orné de dessins en briques de couleurs différentes. Le chapiteau, qui surmonte la cheminée, et qui présente ordinairement une saillie assez prononcée, se fait en briques le plus souvent, quelquefois en pierres de taille.

L'épaisseur de la paroi d'une cheminée décroît de la base au sommet; pour éviter trop de déchets et de main-d'œuvre de taille, on procède par ressauts brusques, de manière à avoir des épaisseurs successives, toujours multiples de la largeur d'une brique. Une cheminée

construite dans ces conditions se compose d'une série de rouleaux tronçonnés coniques superposés, formant à l'extérieur une surface régulière et à l'intérieur, au contraire, une surface discontinue avec ressauts brusques de la largeur d'une brique à chaque changement de rouleau. Dans le tracé du profil intérieur que l'on trouvera décrit dans notre ouvrage *Construction des usines et installation des ateliers*, il faut avoir soin qu'aucune des sections, en haut de chaque rouleau, ne soit plus faible que celle de la cheminée au sommet; tout étranglement réduirait le tirage d'une façon fâcheuse.

Pour construire les cheminées d'usines, les ouvriers s'établissent sur un plancher intérieur, formé de deux supports qu'ils logent dans des trous ménagés dans la maçonnerie, à hauteur convenable, et sur lesquels ils posent des planches qu'il est prudent de clouer, afin d'éviter les bascules. A mesure que la construction s'élève, on déplace le plancher et on l'établit à un niveau supérieur.

Pour arriver à leur échafaudage mobile, les ouvriers montent par des échelons en fer scellés dans la maçonnerie, les uns au-dessus des autres, à raison de trois par mètre de hauteur environ, et qu'on laisse pour servir plus tard aux réparations.

On emploie assez souvent des armatures pour consolider les cheminées. Ce sont des cercles en fer qu'on loge dans la hauteur d'un joint circulaire, le plus loin possible du centre et des gaz chauds, afin que les mouvements de dilatation soient moins sensibles. Il convient, recommande M. Moulan, de construire ces cercles de manière à leur laisser une certaine liberté de dilatation, sans quoi l'armature pourrait être plus nuisible qu'utile. Une cheminée bien construite et bien proportionnée n'a pas besoin d'armatures.

A la partie supérieure des cheminées, on place des couvertures pour garantir l'orifice contre la composante verticale des vents. La plus simple est une plaque horizontale de fonte, soutenue sur des pieds scellés dans le chapiteau. Plus on élève la plaque au-dessus de l'orifice, plus on diminue la résistance qu'elle oppose à l'évacuation des fumées. Une hauteur égale au diamètre est suffisante. La plaque, si elle est suffisamment large, aura alors pour avantages :

1° D'empêcher la chute des pluies dans la cheminée, ce qui la refroidit et crée des canaux de haut en bas par refroidissement ;

2° D'empêcher plus complètement l'influence du vent, qu'une plaque ne détruirait pas.

Au lieu d'une couverture en fonte, on préfère souvent fermer complètement, par une maçonnerie conique, la partie supérieure de la cheminée, quitte à percer au-dessous, sur le pourtour, un certain nombre d'orifices, dont la somme des surfaces soit égale à deux ou trois fois la section de la cheminée.

Cheminées en tôles. — Les cheminées en tôles sont souvent montées sur un socle en briques, au moyen d'une tubulure en fonte scellée

dans la maçonnerie par quatre boulons de fondation disposés aux angles du massif et le traversant, ou presque, sur toute sa hauteur. Ces cheminées se composent de viroles en tôle emboîtées et rivées les unes sur les autres ; la première est fixée sur la tubulure en fonte par une double ligne de rivets. A peu près aux deux tiers de la hauteur, on rive un collier en cornières auquel on fixe des haubans propres à soutenir la cheminée.

L'épaisseur des tôles va en décroissant de la base au sommet ; pour des hauteurs d'une quinzaine de mètres, on donne 6 à 8 millimètres à la base et 5 millimètres au sommet. On fait souvent les cheminées en tôles sans socle. Dans ce cas, elles partent directement du sol et le massif de maçonnerie sur lequel elles sont fixées est tout entier dans le sol.

§ 10. — Cabinets d'aisances et urinoirs.

La question des cabinets d'aisances dans les usines présente une importance considérable. Leur construction doit être faite avec beaucoup de soin.

Dans le cas où il existe des égouts publics ou privés et où l'eau ne fait pas défaut, la solution la plus parfaite au point de vue de l'hygiène consiste à envoyer directement les matières excrémentielles dans l'égout. On munit alors les cabinets de cuvettes qui communiquent avec l'égout par un tuyau auquel elles sont reliées par un siphon. Ce siphon, amorcé, donnera lieu à un écoulement violent d'eau qui, provenant du réservoir de chasse, débouchera dans la cuvette par l'intermédiaire d'un petit tuyau. Le système de chasse doit se composer d'un réservoir élevé de 2 mètres au-dessus de la cuvette et contenant 10 à 15 litres d'eau ; le fonctionnement de l'appareil de chasse peut être automatique ou à tirage ; le premier consiste en un siphon amorcé par un écoulement constant d'eau et qui se vide brusquement à intervalles réguliers ; le système de tirage a son siphon qui s'amorce par la traction d'une chaîne et l'écoulement de l'eau est arrêté en temps opportun par un mécanisme mis en jeu par un flotteur. Il est bon de placer un intercepteur hydraulique au point où la canalisation débouche dans l'égout ; on assure ainsi l'occlusion hermétique et permanente entre l'égout et l'établissement.

Lorsqu'il n'existe pas de communication avec un réseau d'égouts, on est obligé de conserver plus ou moins longtemps les matières fécales avant de les éloigner de l'usine. On ne peut employer que deux systèmes : le système des fosses fixes et le système des fosses mobiles ou tinettes.

Fosses fixes. — Avec les fosses fixes, l'installation des siphons et des chasses d'eau est presque impossible, car, dans ce cas, le remplissage trop rapide des fosses nécessite une vidange très fréquente et,

par suite, très coûteuse; de plus, on peut être très embarrassé de la grande quantité de matières diluées qui seraient obtenues. Il est donc nécessaire dans ce système d'éviter, sans intercepteur hydraulique, la rentrée des gaz infects dans les cabinets. A cet effet, on doit d'abord assurer une bonne ventilation de la fosse et une bonne ventilation des cabinets eux-mêmes. Un tuyau d'évent partant soit du tuyau de chute, immédiatement au-dessous du siphon, soit de la partie supérieure de la fosse, débouchera assez haut pour former aspiration dans le tuyau de chute et dans la fosse. On pourra aider à cette aspiration par un bec de gaz et par un petit foyer artificiel placé dans ce tuyau d'évent. Mais, outre que ce procédé est dispendieux, malgré les précautions que l'on peut prendre, on est toujours exposé à voir se produire un renversement de tirage et l'aspiration se faire par le tuyau de chute dans le tuyau d'évent et infecter les cabinets. Aussi doit-on chercher surtout à désinfecter les fosses et aussi à les désodoriser. L'excellent *Précis d'Hygiène* de M. le Dr Rochard, membre du Comité consultatif d'Hygiène publique de France, fournit sur l'emploi des désinfectants et des désodorisants les renseignements les plus complets et les plus pratiques.

Le désinfectant le moins cher et le plus efficace est le sublimé : 1 ou 2 grammes de bichlorure de mercure par litre d'eau bouillante additionnée de fortes doses de sel marin à cause de la présence de l'albumine dans les matières excrémentielles. Puis viennent l'acide sulfurique, qui joint à un bas prix l'avantage de ne pas répandre l'odeur de l'acide phénique; le Crésyl-Jeyes, employé par les compagnies de vidanges de la ville de Bordeaux; ce crésyl est obtenu en traitant les huiles créosotées de la houille par une lessive caustique de soude et par une résine, après l'élimination de l'acide phénique. Il est insoluble dans l'eau, mais s'y émulsionne instantanément. Une émulsion à 3 0/0 détruit immédiatement la bactérie charbonneuse sans spores, le microbe du choléra des poules, de la morve, de la tuberculose. De plus, c'est un excellent désodorisant.

Le lait de chaux peut remplir le même but. Quant à la désodorisation des fosses d'aisances pour 100 personnes, elle coûte par jour :

DÉSODORISATION	PRIX
Avec le sulfure de fer au 1/10 ^e	0,25
Avec l'huile lourde de houille.....	0,05
Avec le crésyl (émulsion à 2 ou 3 0/0).....	0,11
Avec le gaz d'éclairage à 0 ^e ,30 le mètre.....	0,021
Avec le lait de chaux.....	0,004

Mais, quelles que soient les dispositions et les mesures de désinfection adoptées, les fosses fixes restent un instrument très imparfait, incommode, gênant et qui peut devenir rapidement très dangereux ; ces fosses perdent en effet très rapidement de leur étanchéité par suite de la combinaison de l'ammoniaque avec la silice du ciment et par suite aussi des tassements et ébranlements du sol, de telle sorte que l'eau qui passe à travers les fissures contamine de germes pathogènes la nappe souterraine. Pour atténuer ces inconvénients, les fosses d'aisances doivent être placées plus bas que les caves, de manière que l'extrados de leur voûte se trouve au niveau du sol des caves ; on a ainsi moins à redouter les inconvénients qui peuvent résulter du peu d'imperméabilité des maçonneries, c'est-à-dire les infiltrations et les fuites. La maçonnerie des murs, auxquels on ne peut donner moins de 0^m.45 ou 0^m.50 d'épaisseur, et celle de la voûte, dont l'épaisseur ne peut être moindre que 0^m.30 à 0^m.35, doivent être hourdées en mortier hydraulique et leurs parois intérieures recouvertes d'un enduit en mortier de chaux hydraulique, ou mieux de ciment romain. On ne doit pas donner aux fosses d'aisances moins de 2 mètres de côté, et l'on en fait jusqu'à 8 mètres de côté. Quelle que soit leur capacité, on ne doit jamais leur donner moins de 2 mètres de hauteur sous clef.

Fosses mobiles. — Le système des fosses mobiles ou tinettes est bien supérieur à celui des fosses fixes, à condition, bien entendu, que les tinettes soient absolument étanches et que la vidange soit faite aux intervalles nécessaires. Ce système permet, en effet, d'éloigner les matières fécales des habitations plus rapidement qu'avec l'emploi des fosses fixes, et, de plus, il ne présente pas les autres inconvénients des fosses fixes.

On peut préparer les tinettes mobiles en y introduisant d'avance un mélange désinfectant, terre desséchée, argile ou terre argileuse, au milieu duquel, avec un moule spécial, on ménage la cavité nécessaire pour y recevoir les déjections. C'est ce qui a lieu avec les tinettes du système Goux, dont l'usage, dans un certain nombre d'établissements militaires, a donné de bons résultats.

A la campagne, ce système n'offre aucun inconvénient. Dans les villes, on lui a fait un reproche relatif, non pas au fonctionnement de l'appareil lui-même, mais aux désagréments occasionnés par les dépôts d'immondes provenant de la vidange de ces tinettes. Ces dépôts deviennent des foyers de fermentation et d'infection, en se transformant lentement en fumier.

Les tinettes mobiles doivent être en métal, jamais en bois, qui s'imprégnerait des liquides et en garderait l'odeur.

Ce système exclut l'emploi de l'eau et nécessite, en conséquence, des tuyaux de chute à parois internes lisses pour éviter l'adhérence des matières et les lavages auxquels elle obligerait.

Quel que soit le système de tinettes mobiles que l'on adopte, il ne faut pas ajuster le tuyau de chute à la tinette, car on exposerait le cabinet au reflux des gaz fétides. Toutes les tinettes sont réunies dans un espace voûté, bien ventilé et disposé de manière que l'extraction des tinettes puisse se faire facilement et sans répandre le liquide à terre. Dans les installations importantes, on peut même disposer à cet effet une petite voie ferrée. Le sol devra se prêter, par sa pente et par son imperméabilité, à des lavages faciles.

Que les cabinets soient constitués par des fosses fixes ou des tinettes mobiles, il est possible de réaliser une amélioration hygiénique excellente et qui consiste à faire arriver après chaque selle, sur les matières rejetées, une dose déterminée de matière désinfectante qui les recouvre et supprime toute odeur. De bons résultats ont été obtenus avec la tourbe pulvérulente, qui a reçu, en Allemagne et en Autriche principalement, des applications diverses, soit au point de vue de l'antisepsie chirurgicale, soit au point de vue de la désinfection des matières fécales. La tourbe absorbe les liquides et les gaz; de plus, par les acides humiques qu'elle contient dans une proportion variant de 10 à 20 0/0, elle détruit un certain nombre de germes infectieux. Des expériences faites en Allemagne ont montré qu'avec une addition de 2 0/0 d'acide sulfurique, elle détruit les germes du choléra et du typhus.

Le mélange de tourbe et de matières fécales ne présente pas un aspect répugnant; il ressemble à de la tourbe humide et constitue pour les terres une excellente fumure.

L'emploi de la tourbe pulvérulente peut se faire même avec le système des fosses fixes, mais il est bien préférable de combiner son usage avec le système des tinettes mobiles, qui permettent des vidanges beaucoup plus fréquentes.

Plusieurs maisons allemandes installent ce système de cabinets à tourbe pulvérulente: Otto Poppe, à Kirchberg (Saxe); Carl Fischer, à Brême; Rudolph Grevenberg et C^{ie}, à Hemelingen, près Brême.

Après chaque selle, on doit faire tomber sur les matières une dose convenable de tourbe sèche. Cette dose peut varier, pour les cabinets au rez-de-chaussée, de 50 à 60 grammes. Pour les cabinets situés aux étages, il est bon d'aller à 75 grammes; il ne faut pas se montrer trop économe à cet égard, mais tendre plutôt à forcer la dose qu'à la diminuer.

Un industriel d'Oberaltstadt, en Bohême, M. Kluge, qui a mis en pratique ce système, emploie annuellement, pour les 300 ouvriers de sa fabrique, 6.000 kilogrammes de tourbe, ce qui représente une moyenne de 66 grammes par ouvrier et par jour, en comptant 300 jours de travail.

Quant au prix de la tourbe pulvérulente, nous indiquerons comme exemple que la fabrique de R. Grevenberg et C^{ie}, à Hemelingen, près Brême, livre la tourbe, prête à être employée, en sacs de 50 kilogrammes, au prix de 3 fr. 75, prise dans l'usine.

Les dispositions pour l'épandage de la tourbe varient avec les constructeurs.

Assez souvent la tourbe se trouve emmagasinée dans un réservoir ayant la forme d'un coffre vertical placé derrière le siège et qui peut contenir de 100 à 150 doses. La projection de chaque dose se fait alors soit par l'action d'une manette que le visiteur actionne, soit par le mouvement de fermeture du couvercle. Dans le dispositif Chappée et fils, c'est le couvercle même des cabinets qui constitue le réservoir de tourbe; à chaque fermeture, une dose environ de 70 grammes se répand sur les matières. Enfin, dans certains appareils automatiques, tels que l'appareil Moule, c'est l'ouvrier, en s'asseyant sur le siège et en se relevant, qui détermine l'épandage de la tourbe sans avoir à effectuer aucune manœuvre.

Cabinets d'aisances. — Les cabinets d'aisances ne doivent pas, aux termes de l'article 4 du décret du 10 mars 1894, communiquer directement avec des locaux fermés où seront employés des ouvriers. Cette disposition, proposée par le Comité consultatif d'Hygiène, est de la plus grande importance. En effet, si les cabinets d'aisances communiquent directement avec les locaux affectés au travail, l'appel déterminé par les cheminées pour enlever les buées, vapeurs et gaz engendrés par le travail, l'appel des ventilateurs utilisés pour l'enlèvement des poussières, tendraient à favoriser et à rendre plus dangereux le reflux gazeux des fosses; il serait étrange, ajoute M. le Dr Napias, qu'on prit des mesures pour l'évacuation par aspiration des vapeurs, gaz, poussières irritantes et toxiques, et qu'on fit du même coup pénétrer dans l'atelier un air chargé de miasmes infectieux.

D'après la Commission des Logements insalubres du département de la Seine, un cabinet d'aisances doit être aéré et éclairé directement par une baie de 24 décimètres carrés de section; il doit avoir 1 mètre de largeur, 1^m.20 de long et 2^m.60 de haut. De plus grandes dimensions présentent l'inconvénient de faciliter dans un même cabinet la réunion de deux ou trois ouvriers qui s'y cachent pour bavarder tout en fumant.

Le sol des cabinets doit être en matériaux imperméables, tels que ciment, asphalte, pierres non poreuses. Dans plusieurs usines, entre autres celles de MM. Chappée et fils, le plancher des cabinets est remplacé par une grille; cette grille est portée elle-même sur une cuvette rectangulaire présentant inférieurement une tubulure circulaire qui débouche au-dessus de la finette, de la fosse ou de la valve de la cuvette; le système ainsi obtenu a pour but de maintenir aussi propre que possible le sol du cabinet, en remédiant à la négligence ou au manque de soins de certains ouvriers qui, par exemple, cracheront sur le sol ou viendront uriner dans les cabinets au lieu de se rendre aux urinoirs de l'usine. La grille sur cuvette conduira tout à la cuvette, à la fosse ou à la finette, et l'ouvrier, ne marchant que sur

les arêtes étroites des barreaux formant la grille, ne souillera pas ses chaussures et le bas de ses vêtements.

Les enduits des murs à l'intérieur des cabinets doivent être faits en ciment jusqu'à la hauteur de 1 mètre au moins, le surplus peint à l'huile à base de blanc de zinc; le ton clair est à recommander, parce qu'il ne dissimule pas la malpropreté. Les parois revêtues de carreaux de faïence sont préférables. On peut aussi réaliser l'imperméabilité des parois à l'aide de couleures à base de goudron appliquées à trois couches, ce qui occasionne une dépense assez faible (0 fr. 25 le mètre carré).

Le siège doit être, comme le sol, en matériaux imperméables et imputrescibles, tels que pierre, fonte, fer, ciment, etc. On doit le placer à 0^m,20 au moins et à 0^m,35 au plus au-dessus du sol. Il doit présenter une forme oblongue, ovale, afin d'éviter toute contamination possible par contact. Son rebord doit être assez étroit pour que l'on ne puisse monter sur le siège et que l'on soit contraint de s'y asseoir.

On construit encore quelquefois des latrines dites à la turque, c'est-à-dire avec une simple ouverture circulaire pratiquée dans le sol des cabinets. Le D^r Mangenot, tout en condamnant ce système, y trouve deux avantages qu'il considère comme essentiels pour les usines : 1^o celui d'obliger à prendre la position accroupie, et 2^o celui d'éviter tout danger de contamination par contact avec le siège, puisque le siège est supprimé.

Il estime que la position accroupie, qui est la position naturelle, facilite beaucoup la défécation et, de plus, fait obstacle à la sortie des viscères et à la formation des hernies. Elle lui paraît devoir être préférée à la position assise.

Il prévoit, d'ailleurs, l'objection qu'on pourra lui adresser que la position accroupie, facile à prendre pour les personnes jeunes et ingambes, est difficile pour les vieillards, pour les obèses et les femmes enceintes, mais il la résout par l'adoption d'un support fixé au mur, à la porte ou à l'appareil lui-même et servant de point d'appui aux mains pour se relever et s'abaisser.

Ces considérations ont conduit le D^r Mangenot à conserver le système des latrines à la turque, en cherchant à l'améliorer. On reproche à ce système la saleté immonde et repoussante qui y règne presque toujours et qui est la conséquence du dépôt des ordures autour de l'orifice de la lunette. Pour l'éviter, il faut que les urines et les matières fécales ne puissent être déposées ou projetées hors de l'orifice destiné à les recevoir. Il faut, pour cela, que cet orifice soit entouré d'une cuvette.

Cette cuvette constitue l'appareil du D^r Mangenot; elle est formée par un simple entonnoir en fonte émaillée. Sa petite base est circulaire, de 0^m,20 de diamètre, et s'emboîte dans le tuyau de chute. Sa grande base, qui s'ouvre en haut, a la forme d'un rectangle dont

les deux petits côtés sont remplacés par deux demi-cercles ; elle a 0^m,22 de largeur sur 0^m,37 de longueur.

Le bord supérieur s'abaisse au milieu des deux grands côtés, pour se relever à l'avant et à l'arrière. La hauteur de la partie médiane au-dessus du sol est de 0^m,16, tandis que celle des bords antérieur et postérieur est de 0^m,21.

Le visiteur s'accroupit à cheval au-dessus de cette espèce d'entonnoir. Il n'en touche ni les parois ni les bords, de sorte qu'aucune contamination n'est à craindre. Cet appareil est simple, robuste et commode.

Le paragraphe 2 de l'article 4 du décret du 10 mars 1894 exige qu'il y ait au moins un cabinet pour 50 personnes. Il convient de séparer les cabinets des hommes des cabinets des femmes.

Urinoirs. — L'urine, qui contient par kilogramme 952 grammes d'eau, 32 grammes de matières organiques et 16 grammes de matières minérales, est éminemment putrescible et, par suite, un agent permanent très puissant de propagation de maladies.

La production presque immédiate de carbonate et de sulfate d'ammoniaque rend les urinoirs secs manifestement insalubres et, partant, intolérables.

Deux procédés peuvent être employés pour le nettoyage des urinoirs :

1^o Le nettoyage à effet d'eau ;

2^o Le nettoyage à l'huile.

Le système de nettoyage à effet d'eau se subdivise en :

1^o Effet d'eau à rampe à écoulement continu ;

2^o Effet d'eau à rampe à écoulement intermittent au moyen d'un réservoir de chasse ;

3^o Effet d'eau à déversement avec ou sans réservoir de chasse. Ce système est à rejeter, car le té d'alimentation a une tendance à faire écouler l'eau à l'endroit même où elle arrive.

Les deux premiers systèmes, qui fonctionnent bien généralement, présentent quelques inconvénients au moment des grandes chaleurs ; en effet, si le débit de l'eau n'est pas considérable, les ardoises se séchent et se recouvrent bientôt de dépôts jaunes, de sels ammoniacaux, de dépôts calcaires et urinaires qui dégagent une odeur fétide et donnent naissance à un nombre considérable de mouches stercoraires transportées par les vêtements dans les habitations.

De plus, le parement du fond seul étant lavé, les dalles de séparation restent à sec et ne tardent pas à se couvrir de végétations cryptogamiques.

Le système de nettoyage à l'huile consiste dans l'adaptation d'un siphon spécial, et dans l'application d'huile spéciale dite « Urinol » sur les parois de l'urinoir. L'ardoise enduite d'un corps gras prend une belle couleur noire agréable à l'œil. L'urine ne mouille pas les corps gras, roule sur l'ardoise et s'écoule rapidement avant toute décomposition.

CHAPITRE III

ORGANISATION D'UNE USINE AU POINT DE VUE MÉCANIQUE MACHINES MOTRICES

Une usine comprend des machines motrices, des machines opératrices et des transmissions destinées à relier entre elles les deux espèces de machines précédentes.

Comme machines motrices, on emploie des moteurs à vapeur, des moteurs hydrauliques, des moteurs à gaz et des moteurs à pétrole.

§ 1. — Moteurs à vapeur.

Dans les moteurs à vapeur, on distingue essentiellement :

- 1° La chaudière ou générateur de vapeur ;
- 2° La conduite de vapeur ;
- 3° La machine à vapeur proprement dite.

A. — CHAUDIÈRES A VAPEUR

Les chaudières à vapeur peuvent être classées en trois groupes principaux :

- 1° Les chaudières à grands corps ;
- 2° Les chaudières à tubes de fumée ;
- 3° Les chaudières à tubes d'eau.

Chaudières à grands corps. — Les principaux types de chaudières à grands corps, c'est-à-dire formées de récipients contenant un volume d'eau relativement considérable, sont la chaudière française à deux bouilleurs, la chaudière à réchauffeurs latéraux et la chaudière à foyer intérieur.

CHAUDIÈRE FRANÇAISE A BOUILLEURS. — Cette chaudière comprend :

- 1° Un corps cylindrique, en tôle, de plusieurs mètres de longueur et terminé par deux calottes sphériques ;
- 2° Deux bouilleurs et quelquefois trois, cylindres de moindre diamètre que le corps et disposés au-dessous ;
- 3° Les cuissards ou communications, qui réunissent les bouilleurs au corps de la chaudière.

L'eau remplit les bouilleurs, les cuissards et une partie du corps. La partie remplie par la vapeur s'appelle chambre de vapeur ; elle doit être assez grande relativement au cylindre de la machine à va-

peur, afin d'éviter des bouillonnements tumultueux; on agrandit souvent la chambre de vapeur en surmontant la chaudière d'un dôme de vapeur.

La chaudière est placée à l'intérieur d'une construction en maçonnerie ou fourneau, qui se compose du foyer et de galeries ou carneaux. Le foyer comprend: 1° la grille, sur laquelle sont disposés les combustibles (houille, coke, bois, paille); 2° la chambre de combustion, qui doit être assez grande pour permettre un libre développement aux gaz formés; 3° le cendrier, placé au-dessous de la grille et qui reçoit les cendres et escarbilles dans une petite lame d'eau.

Les flammes et les gaz chauds provenant du foyer parcourent les carneaux de façon à lécher successivement la surface des bouilleurs et celle du corps de la chaudière avant de se rendre à la cheminée.

Un registre, dont la commande est entre les mains du chauffeur, permet d'activer plus ou moins le tirage.

La distance d de la grille au bouilleur dépend du combustible employé; on prend

$$d = e + 0^m,30,$$

e étant l'épaisseur de la charge de combustible. La houille se charge sur une hauteur $e = 0^m,08$ à $0^m,10$, et le coke sur une hauteur $e = 0^m,30$ à $0^m,40$.

La grille est constituée par des barreaux dont la section la plus large est en bas, ce qui facilite l'arrivée de l'air et empêche l'encrassement. Pour brûler tout le combustible, il faut que la surface d'arrivée de l'air soit le quart de la surface totale de la grille; à cet effet, les barreaux ont généralement à leur partie supérieure 15 millimètres d'épaisseur et sont distants les uns des autres de 5 millimètres.

La section des carneaux doit être environ le quart de la section de la grille. Si P est le poids en kilogrammes de combustible à brûler en une heure sur la grille, on prend pour la section de la cheminée

$S = \frac{P}{300}$, ce qui correspond au tiers ou au quart de la surface de la grille.

Les bouts antérieurs des bouilleurs et le dôme de vapeur présentent des ouvertures elliptiques, nommées *trou d'homme*, et permettant aux chauffeurs de s'introduire dans les bouilleurs ou dans le corps pour en visiter l'intérieur. La fermeture spéciale des trous d'homme, appelée antoclave, est maintenue par un boulon écroué sur un étrier et, de plus, lutée au moyen de mastic au minium.

La prise de vapeur se fait à la partie supérieure du dôme de vapeur. Elle peut se régler à l'aide de robinets ou de régulateurs.

Avantages et inconvénients des chaudières à bouilleurs. — Avec les chaudières à bouilleurs, on a l'avantage d'avoir des installations simples et d'un entretien facile. On sépare aisément les bouilleurs, qui

supportent presque exclusivement l'usure si les carneaux sont bien disposés, et on conserve le corps principal de la chaudière.

Voici maintenant les inconvénients :

1° Formation d'incrustations au point le plus chauffé des bouilleurs :

2° Fuites aux rivures, par suite des inégales dilatations entre les bouilleurs et la chaudière :

3° Production de vapeur humide, surtout si la chambre de vapeur n'est pas complétée par un vaste réservoir de vapeur :

4° Alimentation défectueuse, par ce fait que l'eau froide est portée le plus souvent au point le plus chaud de la chaudière.

CHAUDIÈRES À RÉCHAUFFEURS LATÉRAUX. — Elles sont formées d'un corps exposé au rayonnement direct et de deux cylindres inclinés nommés réchauffeurs. L'eau d'alimentation est envoyée au point le plus bas du réchauffeur inférieur, qui, étant le moins échauffé, ne favorise pas le dépôt de dures incrustations. Sur ces principes sont établies la chaudière Parcot et la chaudière Boyer, qui comporte à la fois des bouilleurs et des réchauffeurs latéraux.

Avantages et inconvénients des chaudières à réchauffeurs. — Les avantages sont les suivants :

1° Haut rendement de vapeur : 9 à 40 kilogrammes par kilogramme de charbon :

2° Alimentation rationnelle :

3° Garantie du corps de la chaudière des incrustations.

Voici les principaux inconvénients :

1° Gêne dans le dégagement de vapeur :

2° Corrosion intérieure et extérieure assez rapide des réchauffeurs.

CHAUDIÈRES À FOYER INTÉRIEUR. — Elles sont formées d'un vaste corps cylindrique présentant sur toute sa longueur un tube intérieur dans lequel est établi le foyer ; il y a quelquefois deux ou plusieurs foyers.

La chaudière dite Lancashire-boiler est le type de la chaudière à un foyer intérieur. Le diamètre du foyer est la moitié du diamètre de la chaudière. La chaudière dite de Cornouailles a deux foyers dont les diamètres sont le quart du diamètre de la chaudière.

Les chaudières à foyer intérieur sont moins encombrantes que celles à foyer extérieur. A égalité de production de vapeur, le volume d'eau qu'elles contiennent est moins grand ; leurs explosions sont donc moins dangereuses.

Le fourneau de maçonnerie est très simplifié et souvent même supprimé.

Les flammes et les gaz les plus chauds se formant dans le tube-foyer n'arrivent au contact de la maçonnerie que déjà en partie refroidis ; la perte par le rayonnement du fourneau est donc fort

diminuée et l'atmosphère de la chaufferie est moins brûlante pour les chauffeurs.

Les tubes-foyers reçoivent la pression de la vapeur sur leur partie convexe, ce qui est peu favorable à la résistance, surtout le long des coutures de rivets. On emploie de plus en plus les tubes-foyers en tôle ondulée, sans rivures, dont la première idée est due à Sampson Fox. Ils présentent une grande résistance à l'écrasement en même temps qu'une grande élasticité qui facilite leur dilatation. Les ondulations ont, en outre, l'avantage d'augmenter la surface de chauffe.

En général, les chaudières à foyer intérieur ont un rendement plus élevé que les chaudières à bouilleurs; il se rapproche de celui des chaudières à réchauffeurs bien conduites. Il est possible, en activant les feux, d'obtenir une très rapide vaporisation; mais, au point de vue de la sécurité et de la conservation des tôles, comme aussi au point de vue de l'économie du charbon, il est préférable de charger peu les grilles et de marcher à feu doux.

Les chaudières à foyer intérieur sont plus compliquées de construction et, par suite, plus coûteuses que les chaudières à foyer extérieur.

Chaudières à tubes de fumée. — Pour augmenter la surface de chauffe dans de notables proportions, plusieurs constructeurs de chaudières eurent l'idée d'obliger les produits de la combustion de passer, avant de se rendre à la cheminée, par une multitude de petits trous, entourés de l'eau à vaporiser. Cette idée permit, une fois qu'on eut trouvé des moyens pratiques de construction, d'aboutir à la chaudière à tubes de fumée.

Une pareille chaudière est formée :

1° D'un foyer muni d'une grille et d'une porte pour l'introduction du combustible;

2° D'une partie horizontale cylindrique qui, à l'avant, entoure le foyer et dans laquelle sont logés les tubes à fumée;

3° D'un compartiment appelé boîte à fumée où aboutissent les tubes.

Les tubes conducteurs de fumée sont en cuivre rouge, en laiton ou en fer; leur diamètre varie entre 0^m,05 et 0^m,06; on les fixe dans les plaques tubulaires en les mâtant à leurs extrémités avec des mandrins coniques ou des bagues en acier que l'on peut serrer à volonté.

La surface de chauffe totale dans le cas des chaudières tubulaires à flamme directe peut être considérée comme égale à la surface extérieure de tous les tubes, c'est-à-dire à

$$S = 2\pi rln,$$

r étant le rayon des tubes, l leur longueur et n leur nombre.

Cette surface de chauffe est environ 3 fois plus grande que celle d'une chaudière française de même diamètre et de même longueur.

On accroît la surface de chauffe par l'emploi des chaudières tubu-

laire à retour de flamme, dont le type le plus connu est la chaudière Thomas et Laurent. Cette chaudière, employée souvent dans les machines à vapeur locomobiles, comporte un foyer intérieur et des tubes de fumée qui ramènent les gaz de la combustion à la cheminée placée à l'avant de la chaudière.

Le plus grand nombre des chaudières à tubes de fumée actuellement construites sont à tubes amovibles, c'est-à-dire pouvant être extraits de la chaudière lorsqu'on veut procéder à l'enlèvement complet des incrustations.

Dans la chaudière tubulaire amovible construite par la maison Woffee, le système de circulation des gaz chauds comporte des carneaux disposés sous la chaudière et de chaque côté, et conduit les fumées, après trois léchages successifs de la chaudière, à une cheminée placée latéralement. Par cette disposition, les gaz abandonnent utilement la plus grande partie de leur chaleur sur les parois extérieures de la chaudière, en chauffant les côtés et le dessous; on évite en même temps, ou du moins on atténue considérablement les différences de dilatation entre les différentes parties de la chaudière. La cheminée peut être construite en briques ou en tôle de fer. Dans ce dernier cas, le carneau de fumée se termine par un socle bas sur lequel la cheminée vient reposer, par l'intermédiaire d'une plaque de fondation en fonte.

Les constructeurs de chaudières ont cherché à concentrer le maximum de surface de chauffe avec un minimum de frais d'installation et de perte de chaleur par les maçonneries. Voilà pourquoi ils ont adopté divers types de chaudières participant à la fois des chaudières à grands corps et des chaudières à tubes de fumée. Telles sont les chaudières dans lesquelles le corps cylindrique du bas contient deux foyers intérieurs, et le corps cylindrique supérieur, un grand nombre de tubes de fumée.

On construit également des chaudières à tubes de fumée disposés verticalement. Dans ces chaudières, les tubes de fumée divisent la masse d'eau à vaporiser et c'est par ces tubes que les gaz de combustion du foyer se rendent à la cheminée.

La disposition tubulaire, appliquée d'abord aux locomotives et aux chaudières marines, l'a été ensuite aux chaudières fixes et semi-fixes. Les chaudières tubulaires fixes sont généralement formées de deux corps cylindriques superposés et réunis par des cuissards. Le corps cylindrique inférieur, ou calandre, est analogue à une chaudière de Cornouailles, mais le retour des gaz se fait par une couronne de tubes qui les amènent dans une boîte à fumée antérieure, d'où ils se rendent dans la cheminée en circulant autour des deux corps. Dans la chaudière Weyer et Richemond, l'ensemble du foyer et des tubes est le plus souvent amovible, c'est-à-dire pouvant être extrait de la chaudière pour le nettoyage des tubes.

Les chaudières semi-tubulaires, formées, comme la précédente, de deux corps cylindriques superposés, ne présentent des tubes que sur la moitié postérieure de leur longueur.

Chaudières à tubes d'eau. — Dans le remarquable cours¹ qu'il a professé en 1903 au Conservatoire des Arts et Métiers, M. Sauvage subdivise les chaudières à tubes d'eau en quatre classes :

1^o Les chaudières à circulation limitée (chaudières Belleville, Solignac, Serpollet) ;

2^o Les chaudières à circulation avec gros tubes rectilignes (chaudières de Naeyer, Root, Babcock et Wilcox, Roser, Mathol, Büttner, Fitzner et Gamper, Joya, Jacques Piedbœuf, Pétry-Dereux, Simonis et Lanz, Steinmüller, etc) ;

3^o Les chaudières à circulation avec petits tubes cintrés et voisins de la verticale (chaudière Stirling) ;

4^o Les chaudières à circulation avec tubes concentriques (chaudières Collet, Montripet, Niclausse, Field, Dulac, Mathian, chaudières en X système Borrot).

Chaudières à circulation limitée. — Le caractère de ces chaudières est de réduire l'eau en vapeur presque aussitôt après qu'elle a été introduite. La chaudière Belleville, la chaudière Solignac et la chaudière Serpollet constituent les types classiques des chaudières à circulation limitée.

La chaudière multitubulaire Belleville se compose :

1^o D'un collecteur d'eau normal au plan de la figure et placé presque au-dessus de la porte du foyer ;

2^o D'un vaporisateur ou faisceaux de tubes communiquant à leur partie inférieure avec le collecteur d'eau et venant déboucher à leur partie supérieure dans un collecteur de vapeur traversé par un conduit qui reçoit l'eau d'alimentation ;

3^o D'un sécheur de vapeur composé de tubes horizontaux qui sont placés sous la couverture du générateur.

La chaudière Belleville règle elle-même sa pression et son alimentation à l'aide de deux petits appareils : le régulateur de tirage et de pression et le régulateur d'alimentation.

Le régulateur de tirage consiste en un registre qui fonctionne automatiquement suivant les variations de pression du générateur, grâce à un ressort qui agit en sens contraire de la pression.

Les grilles du foyer, dont le nettoyage est très facile, sont composées de barreaux en fer accouplés, formant des ondulations trapézoïdales, qui sont d'un effet précieux dans l'égalité répartition de l'air sur la surface de la grille.

La grande épaisseur donnée aux tubes et le peu de danger qu'offre

¹ E. Bernard et C^o, éditeurs, 53 Ter, quai des Grands-Augustins, Paris.

leur explosion a fait donner aux chaudières Belleville le nom trop affirmatif de chaudières inexplosibles. Bien qu'elles offrent une grande sécurité, il s'est produit pourtant avec ces chaudières des ruptures de tubes ou la projection d'une boîte d'accouplement des tubes, qui ont entraîné pour les chauffeurs des brûlures souvent mortelles. Toutefois, ces accidents de personnes peuvent être évités si les chauffeurs prennent le soin de bien fermer et de bien verrouiller les portes métalliques de nettoyage situées au-dessus du foyer et disposées devant le faisceau de tubes. Nous ne saurions trop recommander aux chefs d'industrie de veiller à ce que les chauffeurs n'oublient en aucun cas de verrouiller ces portes, dont la fermeture parfaite est, dans les nouveaux types de chaudières Belleville, obtenue par une barre de sûreté engagée entre deux mentonnets.

Dans les chaudières Solignac, qui, dans ces dernières années, ont été souvent utilisées, l'eau est envoyée directement dans les tubes.

La chaudière Serpollet, qui n'a que très peu d'application dans les établissements industriels, est formée d'un tube de fer très épais aplati par un laminage, de façon à avoir une épaisseur intérieure ne dépassant pas $1/10^e$ de millimètre. Ce tube est enroulé en spirale, et plonge dans un foyer; on injecte de l'eau par l'une de ses extrémités au moyen d'une pompe, et on recueille de la vapeur à l'autre extrémité.

Chaudières à circulation d'eau. — Les chaudières à circulation d'eau ressemblent à la chaudière Belleville, comme forme, mais elles en diffèrent par le fonctionnement. Elles ne sont pas pourvues de collecteur inférieur proprement dit comme les chaudières à circulation limitée, mais elles ont à leur partie la plus basse un collecteur de dépôt. De plus la grille n'existe que sur la moitié de la longueur des tubes, alors que dans la chaudière Belleville les tubes ont la longueur de la grille.

La chaudière Babcock et Wilcox, qui constitue un excellent type de chaudières à circulation d'eau, consiste dans son ensemble en un réservoir horizontal supérieur d'eau et de vapeur, relié à ses deux extrémités à un faisceau tubulaire incliné. Le faisceau tubulaire est formé d'éléments simples juxtaposés. Chaque élément se compose d'un certain nombre de tubes en acier doux, assemblés dans des boîtes de même métal forgées, ondulées, établissant une communication directe à grande section avec le réservoir supérieur.

À la partie arrière et la plus basse de la chaudière, chaque élément du faisceau tubulaire aboutit à un réservoir transversal de dépôt de boues et sels précipités.

Chaudières à circulation d'eau avec petits tubes cintrés et voisins de la verticale. — Ces chaudières, dont l'un des types est la chaudière Stirling, conviennent de préférence comme chaudières express de la marine. Aussi nous ne faisons que les signaler.

Chaudières à circulation avec tubes concentriques. — La chaudière Field, très répandue, est formée d'un grand nombre de tubes verticaux

fixés dans le ciel du foyer et plongeant dans la chambre à feu. Dans chacun de ces tubes est disposé un tube plus petit, reposant sur les bords du premier par des ailettes.

Dès qu'on allume le feu, l'eau contenue dans la partie annulaire étant beaucoup plus chaude que l'eau du tube central, il se produit une circulation très rapide. Toute l'eau de la chaudière passe par les tubes en quelques minutes et vient se vaporiser au contact de la paroi du tube extérieur.

Sur le même principe que les chaudières Field, mais avec des dispositions bien différentes, ont été construites les chaudières Niclausse, Montupet, Collet, Borrot, etc., qui prêtent à toutes les installations dans les usines grâce à leur fonctionnement en un grand nombre d'éléments. Si l'espace manque en hauteur, on peut réduire les dimensions des collecteurs verticaux et étendre l'ensemble en largeur en augmentant le nombre de ces derniers ; on peut aussi, notamment pour les chaudières Niclausse, faire varier les dimensions des tubes et accroître ou diminuer la longueur totale des appareils.

Le fractionnement des chaudières multitubulaires en parties dont la plus lourde, le collecteur supérieur, est encore très maniable, permet de les faire passer par les portes et ouvertures ordinaires ; ces diverses parties peuvent être transportées sur les montagnes et dans les pays accidentés à dos de mulet.

Alimentation des chaudières en eau. — L'alimentation des chaudières s'obtient au moyen des pompes alimentaires et des injecteurs. On peut aussi se servir de l'appareil connu sous le nom de bouteille alimentaire, qui convient lorsque la chaudière n'emploie aucune machine, comme dans le chauffage.

Avant de nous occuper de divers appareils d'alimentation, nous mettrons en garde les chauffeurs contre cette vieille pratique qui consiste à ne pas alimenter en cas de manque d'eau et à se contenter de jeter les feux. L'Association des Propriétaires d'appareils à vapeur de Manchester a prouvé expérimentalement que l'alimentation rapide d'une chaudière à foyer intérieur dans laquelle on avait laissé volontairement le plein d'eau baisser au-dessous des maçonneries n'occasionnait aucunement cet excès de pression considérable que les physiciens avaient déduit théoriquement des phénomènes de caléfaction.

Quand une chaudière manque d'eau, il faut donc, tout en modérant les feux, alimenter rapidement ; on ne réparera pas évidemment par ce procédé les tôles qui ont été altérées, mais on empêchera le mal de s'étendre.

Pompe alimentaire. — Une pompe alimentaire est une pompe ordinaire formée d'un piston plongeur et munie au moins de deux soupapes, une soupape d'aspiration et une soupape de refoulement.

Les pompes alimentaires sont mises en mouvement soit par la machine à vapeur elle-même, soit par une petite machine spéciale

appelée petit-cheval. Cette petite machine est à action directe, c'est-à-dire que le mouvement de va-et-vient du piston commande lui-même la pompe; elle est peu économique et dépense habituellement une assez grande quantité de vapeur; on remédie quelquefois à cet inconvénient en envoyant la vapeur qui s'échappe du petit-cheval dans l'eau qui sert à l'alimentation de la chaudière, mais ce procédé n'est pas applicable lorsque l'on a des appareils réchauffeurs.

Il paraît préférable de commander les pompes alimentaires par la transmission de l'atelier, si celui-ci n'est pas éloigné, et de préférence électriquement.

Injecteurs. — Le premier type d'injecteur a été réalisé par un Français, M. Giffard.

L'injecteur Giffard a subi, dans ces dernières années, quelques légères modifications dans le but de le perfectionner. Ces perfectionnements ont conduit à une grande variété d'injecteurs. Nous nous contenterons de signaler les excellents types réalisés par Bohler, Vabe, Körting, Friedmann, Chiazzari, etc.

Compteurs d'eau d'alimentation. — L'emploi des compteurs d'eau d'alimentation permet de réaliser des économies sensibles de combustible dans les foyers des générateurs, si l'on alloue aux chauffeurs des primes proportionnelles à la réduction de la quantité de charbon consommée. Parmi les meilleurs types de compteurs d'eau d'alimentation nous citerons les compteurs Schmidt, Samain, Etoile.

Épuration de l'eau d'alimentation des chaudières. — Toutes les eaux douces, provenant des rivières, des lacs, des puits, des sources jaillissantes, contiennent en suspension des quantités plus ou moins grandes de corps argileux, terreux, organiques, et tiennent en dissolution des sels calcaires, des chlorures et des sulfates de chaux, dont la quantité varie de 5 grammes jusqu'à 20 grammes par litre.

Dans le phénomène de la vaporisation, le liquide seul se vaporise; les sels dissous, les corps entraînés se déposent et forment des dépôts adhérents, solubles seulement dans certains acides qui ont la propriété d'attaquer le fer. Ces dépôts, mauvais conducteurs de la chaleur, font un écran entre la tôle de la chaudière (chauffée d'un côté et non mouillée directement par l'eau de l'autre côté) et l'eau à vaporiser.

Les conséquences de cet état de choses sont la diminution de la puissance vaporisatrice de la chaudière, l'augmentation de la dépense du combustible et, finalement, des coups de feu aux surfaces de chauffe, précurseurs des explosions par déchirement.

C'est pour éviter ces inconvénients que presque toutes les chaudières à tubes d'eau ont été munies d'épurateurs d'eau d'alimentation.

Dans le même ordre d'idées, plusieurs constructeurs ont imaginé des appareils qui, tout en permettant d'effectuer l'épuration de l'eau d'alimentation, portent cette eau à une température assez élevée,

Le plus simple de ces appareils est le dispositif Schau, qui est basé sur la précipitation par la chaleur des sels calcaires contenus dans l'eau.

L'eau est envoyée dans un dôme où elle tombe en pluie fine sur des palettes, formant cuves, disposées à l'inverse l'une de l'autre et placées à différentes hauteurs.

En faisant communiquer l'appareil avec la chaudière, la vapeur pénètre à l'intérieur, chauffe l'eau et précipite les sels calcaires, qui tombent au fond du dôme.

L'eau se déverse ensuite dans la chaudière par un tuyau de trop-plein (H. de La Coux, *l'Eau dans l'Industrie*).

Nous citerons aussi comme épurateurs-réchauffeurs d'eau d'alimentation le réchauffeur-détartreur Henri Carpentier, l'épurateur-détartreur Howatson, l'appareil Lencaucher.

Lorsqu'on dispose de toitures étendues, il y a tout intérêt à recueillir les eaux de pluie et à s'en servir pour l'alimentation.

En ce cas, il faut avoir soin de laisser au fond du réservoir un espace suffisant au-dessous de la prise d'eau, pour le dépôt de boue qui provient des poussières déposées par le vent sur les couvertures des édifices.

Un excellent moyen pour se débarrasser des inconvénients provenant des incrustations est de marcher à retour d'eau, c'est-à-dire en se servant constamment de la même eau, sauf à ajouter de temps en temps le peu qui est nécessaire pour compenser les petites pertes qui se produisent. Ce mode de fonctionnement repose sur l'emploi de condenseurs à surface.

Un condenseur à surface se compose essentiellement d'un faisceau tubulaire assez considérable formé de tubes en laiton ayant au plus 20 millimètres de diamètre extérieur. La vapeur d'échappement débouche contre ce faisceau et l'eau condensée sur les tubes est reprise par une pompe spéciale, ou par la pompe alimentaire et retourne directement à la chaudière. La surface tubulaire d'un condenseur doit être environ vingt fois plus grande que la surface de la grille de la chaudière.

Pour condenser la vapeur d'échappement, il faut environ 300 litres d'eau froide par cheval et par heure.

Or, il est parfois difficile de se procurer sans frais exagérés la quantité d'eau nécessaire à la condensation. Voilà pourquoi il a été imaginé des dispositifs permettant le refroidissement de l'eau qui doit circuler dans l'intérieur des tubes du condenseur. De cette manière, on n'emploie qu'une faible quantité d'eau qui sert indéfiniment.

Le réfrigérant le plus simple est le réfrigérant à fascines. Une pompe centrifuge élève l'eau à la partie supérieure du réfrigérant,

La division de l'eau par les étages successifs de fascines entraîne

son refroidissement. Cette disposition a l'inconvénient d'être encombrante.

Aussi, dans les espaces restreints, y a-t-il lieu de faire usage de réfrigérants spéciaux. Le type réalisé par M. Carpentier est assez intéressant.

A la sortie du condenseur, au moyen d'une pompe centrifuge spéciale, l'eau chaude est projetée sur le haut du réfrigérant, d'où elle tombe sous forme de fines gouttelettes, pendant qu'un violent courant d'air, produit par un ventilateur spécial, traverse la masse d'eau tombant en pluie.

Grâce à son extrême division et au courant d'air frais qui la traverse, l'eau perd la chaleur qu'elle avait absorbée pendant son passage dans le condenseur et retombe froide dans la bache où puise le condenseur.

Une disposition spéciale du réfrigérant produit la séparation des huiles de graissage entraînées par la vapeur d'échappement, ce qui permet de recueillir ces huiles et de s'en servir à nouveau.

On peut donc puiser pour l'alimentation, dans la bache du condenseur, de l'eau épurée et déshuilée, sans crainte d'introduire des corps gras dans les générateurs.

Le réfrigérant doit se placer, de préférence, dans un endroit bien aéré, où le dégagement des buées peut se faire librement.

Mais on peut aussi, en munissant le réfrigérant d'une hotte terminée par une cheminée, le placer n'importe où.

Amélioration du rendement des chaudières. — *Calcul du rendement d'une chaudière.* — On sait que le nombre de calories nécessaire pour vaporiser un litre d'eau pris à la température t est égal à :

$$Q = 606.5 + 0.305 (T - t),$$

formule dans laquelle T est la température à laquelle commence la vaporisation de l'eau dans la chaudière. T dépend de la pression à laquelle fonctionne la chaudière. Le tableau suivant fait connaître les valeurs de T correspondantes à la pression effective en kilogrammes.

VALEUR de la pression effective en kilogrammes	VALEUR DE T en degrés centigrades	VALEUR de la pression effective en kilogrammes	VALEUR DE T en degrés centigrades
0,5	111	10,5	185
1,0	120	11,0	187
1,5	127	11,5	189
2,0	133	12,0	191
2,5	138	12,5	193
3,0	143	13,0	194
3,5	147	13,5	196
4,0	151	14,0	197
4,5	155	14,5	199
5,0	158	15,0	200
5,5	161	15,5	202
6,0	164	16,0	203
6,5	167	16,5	205
7,0	170	17,0	206
7,5	173	17,5	208
8,0	175	18,0	209
8,5	177	18,5	210
9,0	179	19,0	211
9,5	181	19,5	213
10,0	183	20,0	214

Considérons une chaudière d'atelier timbrée à 6 kilos et supposons qu'on l'alimente avec de l'eau à la température ordinaire que nous supposerons égale à 14°. La quantité de chaleur qu'il faudra fournir à 1 kilogramme de cette eau pour la vaporiser à la pression de 6 kilogrammes sera :

$$606,5 + 0,305 (164 - 14) = 652^{\text{cal}},25.$$

Comme 1 kilogramme de houille développe en brûlant 7.800 calories, il en résulterait que, si toutes ces calories étaient employées utilement, on pourrait vaporiser, dans le cas de la chaudière qui nous occupe, un poids d'eau et par conséquent de vapeur égal à :

$$\frac{7.800}{652,25} = 12 \text{ kilogrammes.}$$

* Si maintenant le coefficient de vaporisation de la chaudière, c'est-à-dire la quantité d'eau que peut vaporiser la chaudière par kilogramme de houille, a été déterminé expérimentalement par les essais précédemment décrits et trouvé égal à *v*, le rendement de la chau-

dière en question sera :

$$R = \frac{v}{12}$$

R varie habituellement entre 0,40 et 0,85 suivant les types de chaudières.

En ne particularisant pas le combustible et en représentant par v la chaleur spécifique de 1 kilogramme de ce combustible, on obtient pour le rendement d'une chaudière la formule :

$$R = \frac{[606,5 + 0,305 (T - t)] v}{6}$$

Amélioration du rendement d'une chaudière. — La faible valeur du rendement des chaudières dépend de ce que l'eau de la chaudière ne recueille qu'une partie relativement faible de la chaleur que le combustible dégage ou pourrait dégager.

Les dispositions à prendre pour obtenir le rendement maximum consistent :

1° A assurer la combustion à peu près complète du combustible utilisé;

2° A ne laisser aux gaz brûlés qui s'échappent à leur sortie du dernier carneau que la chaleur nécessaire pour assurer un bon tirage;

3° A empêcher les incrustations qui s'attachent fortement à la tôle et qui conduisent la chaleur seize fois moins bien qu'elle;

4° A éviter dans la maçonnerie des carneaux les fissures capables soit de déterminer des courts-circuits qui réduisent le trajet des gaz chauds, soit de provoquer l'aspiration d'air froid extérieur qui, en se mélangeant avec les gaz chauds, vient refroidir la chaudière;

5° A réduire les pertes de chaleur par rayonnement, en ménageant dans la voûte du fourneau, au-dessus de la chaudière, des évidements que l'on remplit de corps mauvais conducteurs, et en enveloppant les parties extérieures, telles que le dôme de vapeur et les conduites, de matières calorifuges.

La combustion à peu près complète de combustible s'obtient par l'emploi de foyers et grilles de nature spéciale que nous signalerons ci-après.

L'excédent de chaleur que peuvent avoir les gaz au sortir du dernier carneau peut être utilisé soit à surchauffer la vapeur, soit à réchauffer l'eau d'alimentation. De là des appareils spéciaux appelés surchauffeurs de vapeur et réchauffeurs d'eau d'alimentation.

Enfin les incrustations peuvent être combattues avec des matières ou des procédés connus sous le nom de désincrustants.

Foyers et grilles fumivores. — Parmi les nombreux appareils fumivores imaginés pour brûler complètement le combustible et réaliser par conséquent la suppression de fumée, nous nous contenterons de

citer ceux qui figuraient à l'Exposition universelle de 1900, c'est-à-dire les foyers ou grilles Crèvecœur, Hinstin, Kudlicz, Meldrum, Poillon et Wagner.

Le foyer *Crèvecœur* est constitué par une grille dont l'oscillation est obtenue par un système de bielles et de leviers articulés. Le chargement de la grille s'effectue automatiquement au moyen de trémies en fonte. Grâce à cette disposition, les rentrées d'air froid contre la grille qui se produisent lors de l'ouverture des foyers ordinaires sont complètement évitées et le mouvement d'oscillation effectuée mécaniquement le décrassage de la grille.

Le foyer fumivore système *Joseph Hinstin* repose sur ce fait : les foyers industriels assez spacieux comportent pour ainsi dire trois régions : l'avant-foyer, le foyer et l'arrière-foyer. Par l'effet de la pesanteur, la houille et le coke parcourent successivement ces régions. La disposition du foyer Hinstin est telle que les produits gazeux de la combustion incomplète et l'air destiné à les brûler se rencontrent avant de s'échapper dans l'atmosphère dans la dernière région. Par un réglage approprié de l'arrivée d'air, la température reste assez élevée pour permettre la combustion.

La première expérimentation de l'appareil Hinstin a été faite aux Colettes (Allier) sur un four à briques réfractaires ; mais cet appareil, qui permet de faire une sensible économie de combustible, peut être appliqué aux chaudières des divers types.

Dans le foyer *Meldrum*, la fumivorté est réalisée par une grille spéciale et par un souffleur de vapeur. L'air et la vapeur soufflés à travers la couche de combustible provoquent un mélange plus intime de l'oxygène et des gaz dégagés par la combustion. L'emploi de ce foyer permet, outre l'économie de combustible, de réduire les dimensions des cheminées.

La grille *Poillon* est formée de barreaux ou de plaques à lames de persiennes placées transversalement à la longueur du foyer. La Compagnie des Chemins de fer du Midi a appliqué cette grille aux chaudières de ses ateliers de Bordeaux, pour y brûler les résidus de boîtes à fumée des locomotives de son réseau ; elle en a continué l'application pour les 6 chaudières de 200 mètres carrés chacune de sa station centrale d'électricité installée à Bordeaux.

Le foyer *Wagner*, qui est formé de 3 grilles, est à chargement continu ; les barreaux de la première et deuxième grille sont mobiles. Toutes les opérations de la conduite du feu sont faites mécaniquement pendant la marche, ce qui représente un mode de chauffage économique et commode.

Réchauffeurs d'eau d'alimentation. — Les gaz qui s'échappent par la cheminée enlèvent avec eux, dans les conditions d'installation ordinaires, 30 0/0 de la chaleur du charbon brûlé dans les foyers des chaudières. Une partie de cette chaleur perdue peut être livrée à

l'eau d'alimentation au moyen d'appareils appelés réchauffeurs d'eau d'alimentation.

Un de ces appareils est connu sous le nom d'*économiseur Green*. L'eau d'alimentation entre dans l'économiseur à la partie inférieure, près de la sortie des gaz, de la même manière que dans la chaudière, par une pompe ou par un injecteur, et elle sort à la partie supérieure du côté opposé. L'économiseur proprement dit consiste en un faisceau de tubes verticaux. L'emplacement nécessaire pour l'installation d'un économiseur varie de la façon suivante :

Économiseur de 4 tubes dont la largeur occupe une place de...	1 ^m ,00
— 5 —	... 1,22
— 6 —	... 1,42
— 8 —	... 1,82
— 10 —	... 2,24

On peut, paraît-il, faire avec l'économiseur Green une économie de charbon de 22,9 0/0.

Le réchauffage de l'eau d'alimentation peut, dans les machines à vapeur fixes fonctionnant sans condenseur, être obtenu au moyen de la vapeur d'échappement qu'on a le tort de laisser trop souvent perdre dans l'atmosphère. Voici la description du dispositif réalisé par M. Henri Carpentier pour obtenir ce réchauffage.

Sur le fond d'un réservoir d'eau suffisamment élevé, de la plus grande contenance possible, se trouve placé le réchauffeur-épurateur en fonte, composé de deux caisses plates, munies de chicanes intérieures, réunies par des tubes verticaux.

Au sortir du cylindre de la machine à vapeur, la vapeur d'échappement est lancée dans l'intérieur du réchauffeur; elle s'y détend, et transmet à l'eau qui entoure le réchauffeur la chaleur qu'elle allait perdre dans l'atmosphère.

L'eau distillée, produite par la condensation de la vapeur, s'écoule par un petit tuyau de purge, entraînant la totalité des huiles de graissage dont la vapeur s'était chargée en traversant le cylindre de la machine. Ces huiles, convenablement décantées, peuvent servir pour un nouveau graissage.

L'eau du réservoir s'échauffe rapidement, abandonnant les sels calcaires qui, auparavant, venaient dans le générateur former des incrustations dangereuses.

Le peu de vapeur d'échappement non condensé s'échappe librement.

L'eau bouillante purifiée, contenue dans le réservoir, constitue une ressource précieuse dans la plupart des industries : teintures, apprêts, brasseries, distilleries.

Surchauffeurs de vapeur. — On a cherché pendant longtemps à diminuer les pertes de chaleur dues aux phénomènes d'échange de chaleur

entre la vapeur et les parois des conduites ou des cylindres, en employant les calorifuges pour les conduites de vapeur et les enveloppes pour les cylindres. Mais cette solution donnait des résultats incomplets. Actuellement il est reconnu que, pour réaliser les meilleures conditions de marche d'une machine à vapeur, il faut surchauffer suffisamment la vapeur, pour que la vapeur du cylindre à la fin de la détente se trouve à l'état de vapeur saturée sèche. On y parvient à l'aide de surchauffeurs, dont les plus connus sont les types Schwærer, Steinmüller, Petry-Dereux, Hering.

Désincrustants. — Pour éviter les incrustations, il a été imaginé des produits sous les noms les plus variés. Mais, le plus souvent, ces produits exposent soit à effectuer une opération incomplète de la désincrustation de l'eau, soit à employer des quantités de désincrustants tout à fait exagérées.

Pour opérer rationnellement, il faut commencer par faire l'analyse hydrotimétrique¹ de l'eau d'alimentation. On trouve un certain nombre de degrés. En multipliant le nombre de degrés :

1° Par 0^{es},0103, on a le poids p en carbonate de chaux ;

2° Par 0^{es},0140, on a le poids p en sulfate de chaux contenu dans un litre d'eau.

Il reste à calculer les poids des réactifs chimiques qui peuvent être employés. Les meilleurs de ces réactifs capables de servir de désincrustants sont l'oxalate de potassium, l'oxalate de sodium, les chromates de potassium et de sodium, les bichromates de potassium et de sodium et l'aluminat de baryum.

Le poids d'oxalate de potassium à employer par litre d'eau contenue dans la chaudière s'obtiendra en faisant la somme des deux produits :

$$1,66 \times p \quad \text{et} \quad 1,22 \times p'.$$

Si, au lieu de l'oxalate de potassium, on utilisait comme désincrustant l'oxalate de sodium, le poids à employer par litre d'eau serait :

$$1,34p + 0,985p'.$$

Avec les autres réactifs, le poids à employer suivant que l'on fait usage de l'un d'entre eux serait :

Chromate neutre de potassium.....	$1,945p + 1,43p'$
— de sodium.....	$1,625p + 1,194p'$
Bichromate de potassium.....	$2,95p + 2,163p'$
— de sodium.....	$2,63p + 1,933p'$
Aluminat de baryum.....	$7,51p + 5,521p'$

¹ La méthode d'analyse hydrotimétrique est indiquée pages 190 et 191.

On peut encore combattre les incrustations :

1° Par des substances introduites dans les générateurs de vapeur et agissant mécaniquement ;

2° Par voie de localisation dans des dispositifs spéciaux aux générateurs et traitement préalable des eaux par la vapeur.

Les substances agissant mécaniquement ont pour but de s'interposer entre les particules de matières incrustantes et d'empêcher leur union en masse compacte adhérente. Parmi les matières inertes employées généralement pour éviter les incrustations produites par les eaux, nous citerons l'argile, le verre pilé, les rognures de zinc, le talc, les matières amylacées. M. Aragon conseille d'employer une proportion de talc égale au 1/10 du poids des matières terreuses contenues dans l'eau, autrement dit d'ajouter à l'eau à désincruster un poids de talc en grammes égal au nombre représentant le titre hydrotimétrique trouvé en faisant l'essai de cette eau. Plusieurs industriels emploient comme désincrusters les topinambours et les pommes de terre ; la proportion de pommes de terre ou de topinambours à employer peut être de 1 litre à 1 litre et demi par cheval-vapeur et par mois.

De nombreux désincrusters vendus dans l'industrie ont pour base des copeaux de bois. Pour le bois de campêche, la dose de 500 à 600 grammes par cheval-vapeur peut très bien convenir par mois de travail pour la plupart des eaux.

Les décoctions de bois sont bien préférables à l'introduction de copeaux dans les générateurs ; on s'expose moins à avoir des dépôts agglutinés en masse de ces bois, qui sont le siège de calcinations nuisibles pour les générateurs qui entraînent un chauffage exagéré. En considérant les effets des décoctions de bois et leurs causes, M. de La Coux a préparé un produit composé de matières organiques seulement et constaté que ce remède était efficace ; pour le préparer, il suffit de faire un extrait par ébullition prolongée, pendant une heure au moins, de 2 kilogrammes de sciure de chêne dans 10 litres d'eau et d'y ajouter ensuite 3 kilogrammes de mélasse ; 1 kilogramme de ce produit suffit largement par semaine et par cheval.

M. de La Coux a obtenu un autre désincruster, pouvant être employé à la même dose que la précédente, en prenant 4 litres d'eau et les faisant bouillir pendant une vingtaine de minutes avec 800 grammes de cachou ; il décante et filtre rapidement le liquide obtenu ; ce liquide filtré est porté à l'ébullition pendant quelques minutes, après y avoir ajouté un poids de carbonate de soude correspondant à 200 grammes de carbonate anhydre.

On peut aussi employer comme désincruster 800 à 900 grammes de mélasse par cheval-vapeur et par mois.

Comme collecteurs de dépôts, c'est-à-dire comme dispositifs spéciaux placés en des points spéciaux et dans lesquels la précipitation

peut se faire sans adhérence, nous citerons : l'appareil Schmitz, le collecteur de dépôts système Dulac, le collecteur-épurateur d'alimentation Belleville, le déjecteur ou réservoir de dépôts du générateur Montupet, le collecteur de la chaudière Collet, etc.

Choix d'une chaudière. — Dans une chaudière, on recherche les qualités suivantes :

1° Economie de combustible, c'est-à-dire coefficient de vaporisation élevé ;

2° Production régulière de vapeur ;

3° Grande puissance de vaporisation sous un faible volume ;

4° Rapidité de mise en pression ;

5° Facilité d'entretien ;

6° Sécurité contre la possibilité des explosions.

Il est à peu près impossible de trouver une chaudière satisfaisant à toutes ces conditions. Suivant les cas, on recherche plus spécialement certaines de ces qualités. Le type à adopter dépend surtout de la destination de la chaudière et de l'emplacement réservé à l'installation.

La dépense de combustible dépend de la surface de grille et de la surface de chauffe.

Avec les anciennes chaudières à bouilleurs à trajet direct, la surface de chauffe est plutôt nominale qu'effective ; les gaz chauds du foyer cessent d'être en contact avec la chaudière et disparaissent dans la cheminée, après n'avoir abandonné qu'une fraction relativement faible de leur puissance calorifique. On peut éviter, du moins en partie, cet inconvénient en faisant suivre des circuits aux gaz chauds, au moyen de cloisons étanches en pierres réfractaires ou en tôles.

Les chaudières à foyer extérieur exigent moins de surveillance et moins de soins de la part du chauffeur, car le grand volume d'eau qu'elles contiennent rend la pression et le niveau de l'eau peu sensibles aux variations du feu ou de la dépense de vapeur ; de plus, à cause de leurs formes plus simples, elles coûtent moins cher ; en revanche, elles utilisent moins bien le combustible que les chaudières à foyer intérieur, et leurs explosions sont plus dangereuses. De plus, elles tiennent une assez grande place, ce qui ne permet pas leur emploi dans l'intérieur des villes et en général partout où l'emplacement n'est pas très grand.

Les chaudières à foyer intérieur sont moins encombrantes que les chaudières à foyer extérieur ; mais, en raison de leur grille, qui est assez petite, il est nécessaire pour leur bon fonctionnement de disposer d'un bon combustible. Par suite de la disposition du foyer, le plan d'eau n'est pas à une distance très grande de la génératrice supérieure du tube foyer. Aussi les chauffeurs affectés au service d'une chaudière à foyer intérieur doivent avoir constamment les yeux sur les indicateurs d'eau.

S'il s'agit de produire de la vapeur en grande quantité pour l'action-

nement des machines d'une grande usine, les chaudières de Cornouailles à tubes Galloway et les chaudières semi-tubulaires avec tubes bouilleurs sont recommandables. Pour les petites usines, les chaudières multitubulaires des types Belleville, Collet, de Naeyer, Montupet, Babcock et Wilcox, etc., ou encore les chaudières tubulaires du genre Weyer et Richemond, sont préférables.

L'expérience a démontré que les chaudières Cornouailles à tubes Galloway marchent économiquement et occasionnent un minimum de frais de réparation et d'entretien; cela résulte du grand renforcement des carneaux bien supportés par les tubes verticaux et de la circulation effective de l'eau qui entretient une température uniforme dans toute la chaudière; en plus de l'augmentation de surface de chauffe, on a une diminution des incrustations par la circulation continue de l'eau, ce qui empêche l'adhérence en divisant les sels qui se précipitent en dépôt boueux.

Les chaudières semi-tubulaires sont des appareils puissants et assez légers, mais elles sont délicates et exigent des conducteurs soigneux et expérimentés.

La chaudière tubulaire Weyer et Richemond atténue la plupart des défauts des chaudières tubulaires proprement dites; elle agrandit le réservoir d'eau et de vapeur, de façon à diminuer les entrainements d'eau et les variations rapides du niveau de l'eau; elle remédie par l'amovibilité du faisceau tubulaire aux inconvénients des incrustations et aux difficultés du nettoyage.

Sous les pressions élevées demandées aujourd'hui, les chaudières à tubes d'eau évitent, en raison de leur forme favorable à la résistance, les épaisseurs considérables des tôles des chaudières à corps.

Les chaudières verticales à tubes d'eau permettent d'obtenir rapidement de la vapeur. Elles ont surtout l'avantage d'occuper très peu de place. Quelques ingénieurs, et en particulier M. Moulan, ne les conseillent pourtant pas, en raison des inconvénients suivants:

1° Leur rendement est faible, les pertes par refroidissement extérieur sont considérables, et la combustion difficile et incomplète;

2° La vive allure des feux détériore rapidement les foyers;

3° La complication des formes et la multiplicité des joints et des rivures augmentent l'entretien;

4° La difficulté des nettoyages et des réparations, ainsi que leur fréquence, sont les sources de leurs défauts et de leurs dangers;

5° En cas d'explosion, elles sont plus redoutables que les chaudières horizontales, attendu qu'elles exposent à des projections dans tous les sens;

6° La section libre de la chambre de vapeur, étant restreinte au milieu de l'eau, exige une surveillance continue de l'alimentation. Le moindre retard peut devenir fatal;

7° Leur grande hauteur détermine une ébullition tumultueuse, rend

difficile l'installation des appareils de sûreté, leur surveillance et le service ;

8° Enfin, elles s'incrument rapidement et, comme conséquence, ont des fentes et des fuites aux rivures du foyer, aux attaches de la cheminée, à la jonction des tubes ; les corrosions extérieures et intérieures sont abondantes.

Il existe pourtant quelques types de chaudières verticales (types Brûlé, Mathian, etc.) où les inconvénients que nous venons d'énumérer sont considérablement réduits.

Un élément important dans le choix d'une chaudière est la surface d'évaporation. Pour que le dégagement de la vapeur se fasse sans inconvénient, le plan d'eau doit avoir une surface assez grande ; si le plan d'eau est faible, il y a des entraînements d'eau, et la vapeur est chargée d'humidité. A ce sujet, les chaudières à tubes d'eau sont un peu défectueuses.

La considération de l'emplacement horizontal que nécessitent les divers types de chaudières pour la puissance en chevaux dont on veut disposer peut avoir, dans certains cas, une influence toute particulière sur le choix de l'appareil que l'on veut employer. Pour rendre comparables, à ce point de vue, les divers générateurs entre eux, nous indiquons approximativement le rapport du nombre des chevaux-vapeur fournis par la machine à la surface occupée par la chaudière, ou, ce qui revient au même, le nombre de chevaux fournis par la machine pour 1 mètre carré d'emplacement de la chaudière sur le plan horizontal.

GENRE DE CHAUDIÈRES	GENRES DE MACHINES	
	Machines ordinaires sans détente avec ou sans condensation	Machines à détente avec condensation et machines compound
Chaudières à grand volume....	$\frac{4}{3}$ à 2 chevaux	2 à 3 chevaux
— semi-tubulaires....	2 à 3 —	3 à 5 —
— tubulaires.....	3 à 6 —	5 à 9 —
— multitubulaires....	6 à 8 —	9 à 12 —
— verticales.....	7 à 10 —	10 à 15 —

Si l'on devait établir un grand nombre de chaudières pour l'alimentation de machines à marche intermittente, on devrait tenir compte

de cette circonstance et adopter un emplacement double en surface de celui fixé ci-dessus pour les machines à détente avec condensation.

Essai d'une chaudière. — L'essai d'une chaudière consiste à déterminer la quantité d'eau vaporisée pour une consommation donnée de combustible. A cet effet, on pèse le combustible répandu sur la grille depuis le commencement jusqu'à la fin de l'essai. Le poids de vapeur produit pendant le même temps est égal au poids de l'eau envoyé dans la chaudière. Le quotient du poids de vapeur par le poids du combustible, ces deux poids étant évalués avec la même unité, en kilogrammes par exemple, donnera le poids de vapeur produite par kilogramme de combustible.

Pour que le résultat obtenu fournisse un moyen de comparaison, il faut faire indiquer en même temps la température de l'eau d'alimentation à l'entrée dans la chaudière et aussi la pression en kilogrammes à laquelle marche la chaudière; on comprend aisément que plus la température de l'eau d'alimentation est élevée, moins il faudra de combustible pour vaporiser cette eau, et qu'il faudra une consommation de combustible d'autant plus grande que la pression à laquelle on voudra marcher sera plus haute.

Certaines précautions sont à prendre dans l'essai des chaudières. En particulier les résultats seront faussés s'il y a de l'eau entraînée avec la vapeur; comme l'eau entraînée n'exige pour son élévation de température qu'une fraction très petite de la chaleur nécessaire à sa vaporisation, on obtient, si la vapeur n'est pas sèche, un chiffre supérieur au chiffre réel. C'est l'inverse si la vapeur est surchauffée; mais, dans ce cas, la température de cette vapeur peut être aisément déterminée au moyen d'un thermomètre, et l'on peut faire facilement la correction nécessaire. Il faut aussi veiller à ce que le chargement de la grille soit le même au commencement qu'à la fin de l'essai; la petite erreur qui pourrait résulter d'un inégal chargement au début et à la fin de l'essai est d'autant plus petite que l'essai dure un plus grand nombre d'heures.

B. — CONDUITE DE VAPEUR

La chaudière est mise en communication avec le cylindre de la machine à vapeur par un tuyau appelé conduite de vapeur.

On donne généralement à la conduite de vapeur un diamètre d tel que la vapeur circule avec une vitesse de 15 à 20 mètres. Q étant le poids de vapeur fourni par la chaudière en une heure, et π le poids du mètre cube de vapeur à la pression à laquelle on marche, $\frac{Q}{\pi}$ est le volume débité en une heure, et $\frac{Q}{\pi \times 3600}$ le volume débité en une

seconde; l'égalité :

$$\frac{Q}{\pi \times 3600} = \frac{\pi d^2}{4} \times v,$$

dans laquelle on donnera à la vitesse v la valeur ci-dessus, fera connaître d .

La conduite de vapeur est un tuyau en fonte, en fer, en tôle ou en cuivre formé de tronçons réunis par des joints.

Il est essentiel que les joints soient étanches, c'est-à-dire ne donnent pas lieu à des fuites. Le joint le plus commun est le joint à bride : on interpose une matière plastique, telle que du mastic, de l'amiante, du chanvre, du cuir, du caoutchouc, du plomb enduit de céruse, etc., entre deux brides consécutives que l'on serre ensuite fortement à l'aide de boulons et d'écrous. On fait aussi des joints à recouvrement, à bague, à manchon, des assemblages à vis.

Les conduites de vapeur doivent toujours être accessibles pour les réparations et la recherche des fuites.

Il faut donc éviter de les enterrer ou de les noyer dans les maçonneries.

Comme elles sont alternativement chaudes et froides, suivant qu'elles contiennent ou non de la vapeur, il faut permettre leur dilatation et leur contraction.

Le dispositif le plus employé à cet effet est le joint à col de cygne, qui cède par son élasticité.

De même, les supports, sous peine d'être arrachés, ne doivent pas être fixés invariablement au tuyau.

Un bon support est constitué par un simple galet sur lequel le tuyau peut rouler, en se dilatant, sans cesser d'être soutenu.

Pour éviter les pertes de chaleur par rayonnement, il est indispensable de revêtir les conduites de vapeur d'une matière calorifuge, telle que le feutre, le liège, la laine de scories, le crin, etc.

Malgré cette précaution, une certaine quantité de vapeur se condense; il faut donc disposer les conduites en pentes légères pour favoriser l'écoulement de cette eau condensée; il faut, en outre, l'évacuer au dehors pour éviter les coups de bélier et claquements dans la conduite, et surtout les coups d'eau dans le cylindre de la machine à vapeur.

À cet effet, on établit à tous les points bas de la conduite des appareils nommés purgeurs qui doivent rejeter l'eau à l'extérieur, sans livrer passage à la vapeur.

Il existe un très grand nombre de purgeurs; mais très peu d'entre eux satisfont parfaitement à la double condition ci-dessus.

Le plus rudimentaire, mais aussi le plus imparfait, est constitué par un simple robinet qu'on manœuvre de temps à autre ou qu'on laisse entr'ouvert.

Dans toute installation de quelque importance, on emploie des purgeurs automatiques.

Les uns renferment un flotteur qui, lorsque l'eau atteint un niveau déterminé dans l'appareil, soulève une soupape d'évacuation et la referme dès que l'eau a été chassée.

D'autres sont fondés sur le principe de la dilatation inégale des métaux par la chaleur.

C. — MACHINES À VAPEUR

Au point de vue du mécanisme, les machines à vapeur peuvent être classées en six groupes :

- 1° Les machines à piston, tige, bielle et manivelle, de beaucoup les plus importantes ;
- 2° Les machines sans bielle ou machines oscillantes ;
- 3° Les machines sans tige ou machines à soufflet ;
- 4° Les machines sans tige et sans bielle ;
- 5° Les machines sans tige, sans bielle et sans manivelle ou machines rotatives ;
- 6° Les machines sans tige, sans bielle, sans manivelle et sans piston ou turbines à vapeur.

a) *Machines à piston, tige, bielle et manivelle.*

Machines à balancier. — La machine de Watt est le type des machines à balancier. On emploie encore actuellement, dans beaucoup d'usines, des machines à balancier à deux cylindres ou à un seul cylindre. Ces machines ont une régularité d'allure remarquable et une longue durée.

Machines verticales à connexion directe. — Les machines verticales à connexion directe sont moins chères et moins encombrantes que les précédentes. Lorsque l'arbre moteur est en haut, le cylindre est debout sur son fond.

Machines Corliss. — Les machines Corliss sont des machines horizontales à un seul cylindre et à grande détente variable par le régulateur.

Le cylindre est long et de petit diamètre, ce qui donne une grande course au piston et permet de prolonger la détente. Il est entouré d'une enveloppe de vapeur ; le fond et le couvercle sont creux et communiquent avec cette enveloppe.

Le bâti est du type américain, il est formé d'une solide poutre horizontale en fonte, faisant l'office de glissières et reliant le cylindre au palier principal de l'arbre moteur.

Le condenseur peut être placé sur le prolongement du cylindre, ou dans les fondations de la machine.

La distribution est assurée par quatre robinets ou distributeurs semblables deux à deux. Les deux robinets supérieurs servent à l'admission. Les deux robinets inférieurs servent à l'échappement.

L'usage des machines Corliss a mis en évidence les avantages et les inconvénients suivants :

Grâce à l'ouverture et à la fermeture brusques des tiroirs, les laminages de vapeur sont supprimés.

Les espaces nuisibles sont insignifiants.

On peut régler séparément les diverses phases de la distribution.

Les organes des machines Corliss sont assez délicats et ne sauraient s'accommoder d'une exécution grossière ; leurs proportions sont réglées avec une extrême exactitude.

Toutes les pièces sont ajustées avec une précision parfaite.

Les organes à mouvement alternatif sont rigoureusement équilibrés.

Les surfaces frottantes sont de très large étendue et de métal dur.

Le graissage est assuré pour toutes les articulations.

Ces qualités permettent de donner de grandes vitesses au piston, et, par suite, d'obtenir de grandes puissances avec de faibles dimensions.

Les machines Corliss ont une grande élasticité de puissance.

La consommation de vapeur de certaines machines Corliss peut descendre au-dessous de 6^k,500 de vapeur par cheval-heure.

Les machines à déclié ne conviennent pas aux très grandes vitesses ; le rappel du déclié dépend, en effet, du plus ou moins de rapidité d'action d'un ressort solide ou gazeux.

Enfin, les machines Corliss n'utilisent économiquement que les moyennes pressions.

Au type Corliss se rattachent les machines Fareot à quatre tiroirs Frikart, Welock, Stopani, Dyckhoff, Porter-Allen, etc.

Dans la machine Fareot, les orifices des tiroirs s'ouvrent dans les fonds du cylindre, afin de diminuer autant que possible les espaces nuisibles. Le déclié commandé par le régulateur est organisé de manière à permettre tous les indices de détente. C'est une machine Fareot de 1.000 chevaux qui commande le train de laminoirs à blindage de Saint-Chamond. Elle est très remarquable par sa régularité d'allure et par la docilité avec laquelle le déclié obéit au régulateur. Quand la plaque de blindage s'engage entre les cylindres, on voit le déclié passer instantanément de l'indice de détente minimum à celui qui correspond au maximum d'admission, puis, la plaque dégagée, reprendre l'indice de détente primitif sans que la machine, surchargée pendant quelques secondes de plusieurs centaines de chevaux, manifeste la moindre hésitation.

Machines Sulzer. — L'idée d'employer des soupapes pour la distribution de la vapeur remonte à l'origine même des machines à vapeur.

On ne peut employer les soupapes coniques simples. Il est facile de

vérifier, en effet, qu'il faudrait un effort de 500 kilogrammes pour ouvrir une soupape simple de 1 décimètre carré de section supportant une pression effective de 5 kilogrammes. En outre, les soupapes coniques simples donnent, quand elles commencent à quitter leur siège, une issue très étroite à la vapeur. On évite ces deux inconvénients par l'emploi des soupapes dites de Cornouailles ou à double siège ou équilibrées.

Ces soupapes ont la forme d'un manchon qui vient s'appliquer sur deux sièges tronc coniques fixes.

Le système de distribution créé par M. Sulzer, de Winterthur (Suisse), comporte quatre soupapes à double siège, deux pour l'admission, placées à la partie supérieure, et deux pour l'échappement, à la partie inférieure du cylindre et vers les extrémités.

Ces soupapes sont appliquées sur leurs sièges par des ressorts à boudin.

Le mouvement des soupapes est commandé par des bielles de connexion agissant sur les soupapes d'échappement directement, et sur les soupapes d'admission par l'intermédiaire d'un système de déclie.

Le fonctionnement de la machine est donc le même en principe, et les différences ne reposent que sur les combinaisons cinématiques destinées à assurer, au moment voulu, l'ouverture et la fermeture des soupapes.

Les machines Sulzer ne peuvent fonctionner à très grande vitesse, car il se produirait entre les soupapes et leurs sièges des chocs pouvant entraîner la rupture de ces organes; on amortit ces chocs à l'aide d'un frein à air.

Machines compound. — On reproche aux machines monocylindriques :

1° De provoquer des condensations et des évaporations considérables, à cause des écarts de température dus à la mise en communication du cylindre alternativement avec la chaudière et le condenseur;

2° De ne pouvoir donner une grande détente qu'en allongeant le cylindre et, par suite, la manivelle, qui est la moitié de la course, par suite aussi la bielle, qui est égale à 4 ou 6 fois la manivelle, c'est-à-dire en rendant la machine encombrante;

3° De nécessiter un lourd volant et des organes de fort équarrissage à cause de l'écart considérable entre les pressions extrêmes;

4° De ne pouvoir utiliser économiquement les hautes pressions; il résulte, en effet, des expériences du Creusot que les machines Corliss ne sont avantageuses qu'à moyenne pression;

5° De ne pouvoir marcher aux grandes vitesses;

6° Enfin, lorsque, par défaut d'étanchéité du piston, il se produit des fuites entre celui-ci et le cylindre, une partie de la vapeur se rend de la chaudière au condenseur sans produire d'effet utile.

Ce qui caractérise la disposition compound, c'est que l'admission à

lieu dans un premier cylindre dit cylindre admetteur ou petit cylindre ou cylindre à haute pression, et que la détente s'effectue dans un deuxième cylindre dit cylindre détenteur ou grand cylindre ou cylindre à basse pression.

Grâce à cette disposition :

1° Le petit cylindre n'étant jamais mis en communication avec le condenseur pas plus que le grand cylindre avec la chaudière, les écarts de température sont moins considérables et les condensations pendant l'admission et la détente, ainsi que les vaporisations pendant l'échappement, si fâcheuses au point de vue de l'effet utile, sont fort diminuées : c'est là l'avantage spécial du système compound ;

2° On obtient, avec une plus faible course du piston, une détente plus prolongée ;

3° Les efforts extrêmes présentant un écart moins grand, le volant est plus léger, surtout si les pistons attaquent deux manivelles calées à 90° ; les pièces telles que tiges, bielles, etc., soumises à des efforts effectifs plus faibles, sont plus légères ;

4° Cet échelonnement des efforts permet de partir d'un effort initial plus grand. On peut donc utiliser les hautes pressions que la théorie et la pratique s'accordent à déclarer avantageuses ;

5° Les cylindres étant plus courts, on peut, sans exagérer la vitesse linéaire du piston, faire faire à la machine un plus grand nombre de tours ;

6° Dans une machine à un seul cylindre, la plus légère fuite entre le piston et le cylindre envoie en pure perte la vapeur au condenseur.

Dans les cylindres étagés d'une machine à plusieurs expansions, cette vapeur n'est pas perdue, puisqu'elle agit sur les cylindres suivants ; d'ailleurs, la différence de pression entre les deux faces du piston étant moins grande, les fuites sont moins importantes.

Il résulte de tous ces avantages, et principalement du premier, que l'échelonnement de la détente donne lieu à une notable économie de vapeur, économie qui a été constatée avant d'être expliquée, car déjà, avant 1804, Woolf avait appliqué ce principe.

C'est la même idée qui, reprise en 1856 par Benjamin Normand, est connue maintenant sous le nom de système compound (combinée).

Dans les nouvelles machines à double expansion, la vapeur, à sa sortie du petit cylindre, se rend généralement dans un réservoir intermédiaire dit aussi *receiver*, d'où elle est admise dans le grand cylindre.

Ce réservoir joue donc le rôle de condenseur pour le petit cylindre et de chaudière pour le grand.

Dans le petit cylindre, la pression ne varie que de la pression d'admission à celle du réservoir, et, dans le grand cylindre, de la pression du réservoir à celle du condenseur.

Les deux cylindres et le réservoir sont entourés d'une enveloppe de vapeur, ce qui diminue encore les condensations.

Les cylindres peuvent former deux machines séparées (exemple : machine horizontale-verticale de Biérix).

Le plus souvent, ils sont accolés ou placés en tandem, c'est-à-dire sur le prolongement l'un de l'autre.

Les cylindres accolés peuvent être à mouvements concordants, comme dans la machine de Woolf, dont les pistons montent ou descendent simultanément, ou à mouvements discordants, c'est-à-dire avec pistons marchant à contretemps.

Dans le premier cas, le réservoir intermédiaire est inutile : il en est de même dans les machines en tandem. Mais, dans les machines à mouvements discordants, ce réservoir est évidemment indispensable.

C'est surtout à ces dernières que l'on réserve le nom de compound : leurs bielles commandent des manivelles faisant entre elles l'angle le plus convenable pour diminuer l'influence des points morts (90° pour la machine à deux cylindres) ; le volant est ainsi rendu plus léger.

Dans ces conditions, en multipliant le nombre des cylindres et répartissant convenablement les manivelles correspondantes, on arriverait à constituer des machines qui n'auraient pas besoin de volant.

On donne au réservoir intermédiaire un volume de 1.5 à 2 fois celui du petit cylindre.

Ce réservoir consiste souvent en une simple conduite de grand diamètre réunissant les deux cylindres.

Les distributions dans le petit et le grand cylindre sont généralement des combinaisons du tiroir simple et des tiroirs Meyer et Farcot.

Ce qui complique la distribution des machines à grande détente à un seul cylindre, c'est la nécessité d'avoir une période d'admission très courte.

Dans les machines compound, la détente totale étant le rapport du volume de l'admission dans le petit cylindre au volume total du grand, l'admission n'a plus besoin d'être une très petite fraction de la course et les distributions sont simplifiées.

On applique cependant aussi aux machines compound les robinets Corliss ou les soupapes Sulzer.

Appartiennent à la catégorie des machines compound :

- 1° La machine verticale compound du Creusot, qui présente la disposition générale des machines-pilons ;
- 2° La machine verticale, type pilon, à double et à triple expansion du système Farcot ;
- 3° Les machines horizontales à cylindres accolés des types Claparède, Frikart, Galloway, etc. ;
- 4° Les machines horizontales à cylindres en tandem (machines Sulzer, Windsor, Biérix, Escher, Wys, etc.) ;
- 5° Les machines semi-fixes compound Weyer et Richmond, Biérix, etc.

Le commandant du génie Paloque, dans son *Cours de machines motrices* professé à l'Ecole de Fontainebleau, énumère comme suit les avantages et les inconvénients des machines compound :

Les machines compound sont peu encombrantes et à volant léger.

Leur disposition permet de prolonger beaucoup la détente, tout en diminuant les condensations et les évaporations dans le cylindre.

Elles peuvent utiliser économiquement les hautes pressions et les grandes vitesses.

Elles atténuent l'effet fâcheux des fuites de vapeur dans le cylindre.

Enfin, dans les machines compound, les espaces nuisibles se réduisent à ceux du petit cylindre.

Ces machines ont donc un rendement élevé et sont économiques au point de vue de la consommation de vapeur (la compound horizontale de Sulzer a accusé aux essais une consommation de 5^{kg},330 de charbon par cheval indiqué).

Elles n'ont pas de point mort et s'arrêtent ou se mettent en marche très rapidement et avec une extrême facilité.

La pression de la vapeur étant reportée sur deux tiges, il y a moins de fatigue des divers organes, qui, par suite, peuvent être construits avec plus de légèreté.

Les inconvénients des machines compound tiennent :

1° A la complication du mécanisme, surtout quand on veut commencer la détente dans le petit cylindre, et à la dépense de graissage qui en résulte ;

2° A la difficulté de déterminer les meilleures proportions des divers éléments et surtout de les approprier aux variations de la résistance à vaincre ;

3° A ce que la plus petite variation de la détente dans le petit cylindre modifie beaucoup leur travail utile ;

4° A leur défaut d'élasticité de puissance.

Machines à simple effet. — Le principal avantage des machines à simple effet, c'est que, les bielles n'étant soumises qu'à des efforts de compression, les chocs et les efforts contrariés sont évités, ce qui permet de les mener à très grande vitesse et de les faire ainsi très puissantes sous un très petit volume.

Elles conviendraient merveilleusement à la commande directe des dynamos si leur consommation exagérée de vapeur et d'huile de graissage ne les rendait fort dispendieuses. Ces machines marchent à très haute pression (8 à 15 kilogrammes) et sans condensation.

Les plus employées sont celles de Brotherhood, de Ch. Beer, de Westinghouse et de Villans.

La machine Brotherhood n'a pas de point mort ; sa vitesse peut atteindre 2.600 tours ; sa consommation varie entre 18 et 20 kilogrammes de vapeur par cheval-heure. Elle est également employée avec l'air comprimé et avec l'eau sous pression.

Avec la machine Westinghouse, on peut atteindre des vitesses atteignant 3.000 tours par minute. Elle consomme 17 kilogrammes de vapeur par cheval-heure.

La machine Villans est du type compound à trois cylindres ; ceux-ci sont placés verticalement en tandem, c'est-à-dire sur le même axe avec tige commune. Le petit cylindre est à la partie supérieure. Cette machine, qui peut faire de 400 à 700 tours, ne consomme que 12 kilogrammes de vapeur par cheval-heure, ce qui est très remarquable pour une machine à simple effet et sans condensation.

Nous ne terminerons pas ce qui a trait aux machines à piston, tige, bielle et manivelle sans signaler deux nouveaux systèmes de distribution assez originaux : la distribution Biétrix et la distribution Bonjour. Dans le système Biétrix, la distribution est assurée non plus par un organe à mouvement alternatif, mais par un robinet conique tournant d'un mouvement continu. M. Bonjour a imaginé deux systèmes de détente : l'un à vapeur et l'autre cinématique. Le lecteur en trouvera la description dans le *Cours de machines motrices* du commandant Paloque, auquel nous avons emprunté la plupart des détails sur les machines à vapeur.

b) *Machines sans bielle ou machines oscillantes.*

Les machines à vapeur sans bielle sont des machines qui oscillent autour de deux tourillons placés au milieu de la longueur du cylindre. La tige suivant tous les mouvements de la manivelle, la bielle est supprimée et la machine est peu encombrante.

La conduite d'arrivée de vapeur aboutit à l'un des tourillons, l'échappement se fait par l'autre.

Les tourillons sont donc très gros et donnent lieu à des frottements considérables.

La distribution est difficile à régler.

On n'emploie ce genre de machines que dans les installations où il faut à tout prix économiser la place.

c) *Machines sans tige ou à soufflet.*

Ces machines, fort peu usitées, sont celles dont le cylindre, analogue au corps d'une pompe oscillante, est une sorte de soufflet dans lequel se meut un piston plan articulé.

La vapeur est amenée successivement au-dessus et au-dessous de ce piston.

La manivelle, étant calée sur la charnière du piston, participe à son mouvement alternatif, qu'elle transforme en un mouvement de rotation de l'arbre du volant, à l'aide d'une bielle et d'une manivelle.

Telle est la machine de Wenuberg.

d) *Machines sans tige et sans bielle.*

Nous citerons, comme machine sans tige ni bielle, le moteur Jacomy.

Cette machine, due au capitaine d'artillerie Jacomy, se compose essentiellement d'un cylindre ayant la forme d'un parallépipède rectangle, dans lequel peut se mouvoir horizontalement un piston en forme de cadre évidé; ce cadre sert lui-même de cylindre à un second piston également évidé, en forme de rectangle allongé, qui se meut verticalement et qui renferme en son milieu le bouton de la manivelle formée par un coude de l'arbre moteur.

Le mouvement des deux pistons est réglé de manière que le bouton décrive un cercle.

La distribution se règle d'elle-même à l'aide d'un distributeur calé sur l'arbre moteur et entraîné avec lui. Ce distributeur ouvre, au moment voulu, les lumières d'admission et d'échappement.

Le mécanisme est complètement renfermé dans une boîte circulaire hermétiquement fermée par un disque fixé à l'aide de boulons.

Le moteur Jacomy est formé de deux machines semblables placées dos à dos et agissant sur des coudes très rapprochés et calés à 180° l'un de l'autre.

L'effort de la vapeur sur les pistons transmet donc à l'arbre un mouvement comparable à celui qui lui serait donné par un couple, et il n'y a pas besoin de volant pour ce moteur, qui peut travailler dans toutes les positions.

Il donne à l'arbre de couche des vitesses de 1.000 à 2.000 tours à la minute.

On peut obtenir la détente ou même l'échelonnement de la détente en faisant détendre dans le grand cylindre la vapeur qui a déjà travaillé dans le petit.

La consommation de ce moteur varie entre 25 et 28 kilogrammes par cheval-heure, d'après les expériences faites à l'atelier de construction de Tarbes sur un moteur de 8 chevaux.

e) *Machines sans tige, sans bielle et sans manivelle, dites rotatives.*

Les machines rotatives sont des machines de très grande vitesse et de volume très restreint qui transmettent directement un mouvement de rotation à l'arbre de couche.

Ces petits moteurs sont ingénieux, mais d'une construction délicate.

On évite difficilement les fuites ou les frottements exagérés entre les parties fixes et les parties mobiles; il en résulte une mauvaise utilisation du combustible. Leur consommation s'abaisse en effet

rarement au-dessous de 40 à 50 kilogrammes de vapeur par cheval et par heure, et la plupart des machines rotatives doivent être considérées surtout comme des objets de curiosité.

La première idée des machines de ce genre est due à Watt.

Les plus connues sont la machine Pecqueur et la machine Behrens.

La Compagnie parisienne de l'air comprimé emploie des moteurs rotatifs pour la distribution à domicile des puissances motrices inférieures à 2 ou 3 chevaux-vapeur.

f) Turbines à vapeur.

Turbine Laval. — Dans la turbine de Laval, on a obtenu directement le mouvement de rotation sans passer par les organes de transmission habituels.

Cette turbine à vapeur est une roue à aubes à axe horizontal. La vapeur est amenée par plusieurs ajustages inclinés. Les jets de vapeur pénètrent dans le récepteur en glissant le long des aubes en vertu de la vitesse relative, et en leur communiquant la force vive de la vapeur. Cette vapeur sort sur une face opposée, avec une vitesse que l'on cherche à rendre la plus faible possible par un tracé approprié des aubes.

Dans la turbine de Laval, la vapeur n'agit que par sa pression; avant d'arriver à la roue, elle se détend jusqu'à une certaine pression, très peu supérieure à celle de la décharge (pression de l'atmosphère ou du condenseur, suivant le cas), et transforme ainsi en puissance vive toute l'énergie calorifique qu'elle abandonne. La vitesse énorme avec laquelle la vapeur arrive sur les aubes de la roue oblige celle-ci à tourner très rapidement. Sa vitesse de rotation peut atteindre 30.000 tours par minute.

Les vitesses linéaires de la vapeur en s'écoulant sous pression par un orifice de petite section sont considérables; elles sont de :

480 mètres à	2 atmosphères à la chaudière	
775 — à	6 —	—
913 — à	12 —	—

Ces vitesses sont encore notablement accrues quand le second milieu où s'écoule le fluide a une pression moindre que la pression atmosphérique.

Dans les conditions énumérées ci-dessus, un travail considérable pourra être transmis à l'arbre de la roue avec des organes de dimensions extrêmement faibles, transmettant des efforts insignifiants.

C'est ainsi que l'effort tangentiel sur une circonférence de 0^m,07 de rayon n'est guère supérieur à 4 kilogrammes pour produire une puissance de 8 chevaux.

Pour une turbine de 10 chevaux, le disque n'a que 0^m,12 de diamètre, pour une vitesse de 24.000 tours à la minute; il est de 0^m,30 pour une turbine de 100 chevaux, tournant à 15.000 tours.

L'arbre d'une turbine de 10 chevaux n'a que 5 millimètres de diamètre dans l'endroit le plus faible.

On actionne actuellement les turbines de Laval au moyen de pressions atteignant 200 atmosphères et communiquant à la vapeur des vitesses de plusieurs milliers de mètres.

Turbines à vapeur, système Brown-Boveri Parsons. — Dans les turbines Parsons, la force vive de la vapeur est échelonnée sur un grand nombre de petites turbines montées sur un même axe et placées en cascade, de sorte que la vapeur qui entre par une extrémité en sort par l'autre, après avoir parcouru successivement tous les éléments de la turbine.

A cet effet, les aubes directrices sont disposées en couronnes sur la face intérieure d'un corps cylindrique creux et interposées entre les couronnes d'aubes fixées sur le cylindre moteur qui tourne dans l'intérieur du corps cylindrique.

Il résulte de cette disposition que la vapeur ne se détend pas brusquement, mais qu'elle passe successivement de la pression initiale, à l'entrée, à la pression d'échappement, qu'on aura, par conséquent, intérêt à maintenir aussi proche que possible du vide absolu. L'action de la force vive de la vapeur est ainsi répartie sur un très grand nombre d'aubes et la pression exercée sur chacune d'elles est une fraction infiniment petite du travail total.

Le développement rapide des stations centrales d'électricité a amené à augmenter progressivement la puissance des unités employées, afin d'améliorer le rendement et d'éviter le trop grand nombre de machines en service.

Il y a quelques années, les groupes de 1.500 chevaux étaient l'exception, tandis qu'on rencontre aujourd'hui fréquemment des unités de plusieurs milliers de chevaux.

Nous citerons entre autres des machines de 5.000 chevaux à courant triphasé installées à Berlin, ainsi que les turbines à vapeur de même puissance des stations centrales de Francfort-sur-le-Mein et de Milan.

En Amérique, on est allé encore plus loin et on a mis en service, ces derniers temps, des groupes de 8.000 chevaux. L'Europe, à son tour, va reprendre les devants, car nous apprenons que l'usine d'électricité Rhéno-Westphalienne, à Essen, a commandé récemment à la société Brown-Boveri et C^{ie}, de Baden (Suisse), une turbine à vapeur qui commandera par accouplement direct un alternateur de 5.000 kilowatts et une dynamo à courant continu de 1.500 kilowatts, ce qui représente une puissance d'environ 10.000 chevaux effectifs pour la turbine, dépassant ainsi les plus grosses unités américaines, et l'usine dont nous venons de parler possédera le groupe électrogène à vapeur

le plus puissant du monde. Les constructeurs ont garanti pour cette machine une consommation de vapeur inférieure à 7 kilogrammes par kilowatt-heure utile, ce qui correspond à 4 kilogrammes par cheval-heure indiqué et par heure. Ce résultat ayant été constaté par les récents essais effectués sur la turbine de Francfort, de moindre puissance, il est permis de compter que la consommation réelle sera encore sensiblement inférieure à la garantie donnée.

Comparée aux machines américaines, elle représente un progrès sensible, car celles-ci consomment, d'après les publications américaines, environ 6 kilogrammes par cheval-heure indiqué.

Les dimensions du groupe complet seront d'environ 16 mètres de long sur moins de 3 mètres de largeur et de hauteur. La turbine seule de 10.000 chevaux ne mesurera qu'environ 7 mètres de long.

Le groupe est disposé de telle sorte qu'il peut être entièrement desservi depuis le sol même de la salle des machines sans nécessiter les plates-formes de service et les escaliers, qui sont inévitables avec les machines à vapeur verticales et même les turbines à axe vertical.

g) *Consommation des machines à vapeur en vapeur et en charbon.*

Les machines à vapeur consomment par cheval-heure :

25 à 30 kilogrammes de vapeur lorsqu'elles sont sans détente ni condensation	—	—
20 à 25 —	—	sans détente avec condensation
25 à 20 —	—	avec détente sans condensation
20 à 15 —	—	à détente avec condensation
16 à 9 —	—	de genre compound.

En admettant 8 kilogrammes de vapeur produits par 1 kilogramme de charbon, on aura comme consommation pratique de charbon par cheval et par heure :

3 ^{kg} ,0 à 3 ^{kg} ,5 de houille pour une machine sans détente ni condensation	—
2,5 à 3,0 —	sans détente avec condensation
2,0 à 2,5 —	avec détente sans condensation
1,25 à 2,0 —	à détente avec condensation
0,75 à 1,1 —	de genre compound.

§ 2. — Moteurs hydrauliques.

Les moteurs hydrauliques sont ceux qui utilisent directement la puissance d'une chute d'eau comme agent producteur du mouvement. L'eau agit par l'effort qu'elle exerce sur les parties du récepteur au contact desquelles elle s'écoule.

Les chutes d'eau sont naturelles ou artificielles. Les premières sont

fréquentes en pays de montagnes, près de la source des fleuves. Les secondes s'obtiennent soit en barrant un cours d'eau à l'aide d'une digue ou barrage établie au fond de la vallée, soit en construisant par une dérivation un lit artificiel avec une pente minimum, de façon à conserver au cours d'eau la plus grande hauteur de chute. Dans tous les cas, le cours d'eau est encaissé, avant et après son passage dans le récepteur, dans un canal d'aménée et un canal de fuite qui constituent le bief d'amont et le bief d'aval. Des vannes convenablement disposées permettent de régler à volonté la distribution de l'eau; ce sont : 1° la vanne de garde, établie en amont de toutes les autres et qui permet, quand cela est nécessaire, de faire passer tout le débit au réservoir; 2° la vanne de travail, utilisée pour le service normal; 3° la vanne de décharge, destinée à dépenser l'excès d'eau en cas de crue; 4° la vanne de fond, établie dans la partie la plus basse du bief et qui permet, lorsque la vanne de garde est fermée, de vider le canal au moment des curages ou des réparations.

Lorsque plusieurs usines sont échelonnées le long d'un cours d'eau, le plan d'eau supérieur et celui d'aval détermine, en fonction de la pente d'écoulement et de la distance, le plan d'eau inférieur pour celle d'amont; la force motrice utilisable dépend de la position de ces plans; il a donc été nécessaire de réglementer le service hydraulique des établissements intéressés.

A cet effet, la loi du 8 avril 1898, qui a réuni en les refondant les dispositions contenues dans les lois et règlements antérieurs, a donné à l'Administration un pouvoir de surveillance et de contrôle, en ce qui concerne la création, sur tous les cours d'eau, même non navigables ni flottables, de barrages pour moulins, usines, irrigations, etc. Le pouvoir de surveillance et de contrôle de l'Administration s'exerce sous la forme d'octroi ou de refus d'autorisation: alors qu'un décret rendu après enquête, sur avis du Conseil d'Etat, est nécessaire toutes les fois qu'il s'agit de rivières navigables ou flottables, un simple arrêté préfectoral suffit en général pour les cours d'eau non navigables ni flottables. Ces arrêtés préfectoraux peuvent être attaqués devant le Conseil d'Etat, jugeant comme tribunal de cassation, pour excès de pouvoir: ils peuvent être également réformés par décret rendu, après enquête, sur avis du Conseil d'Etat; ici il y a un véritable appel. Les décrets ou arrêtés préfectoraux déterminent les conditions à imposer aux usines, la hauteur des seuils des déversoirs et leur largeur, ainsi que les dimensions des vannes de décharge, mais ils ne peuvent s'immiscer dans les questions d'exploitation, sauf, bien entendu, en ce qui concerne les établissements dangereux, incommodes ou insalubres. Les autorisations données peuvent toujours être modifiées ou révoquées; mais, suivant que les rivières sont du domaine public (cours d'eau navigables et flottables) ou du domaine privé (cours d'eau non navigables ni flottables), il y a lieu ou il n'y a pas lieu à une indemnité.

Il est évident qu'il y a tout intérêt à utiliser les chutes d'eau pour produire la force motrice dans une usine, car l'agent moteur est fourni gratuitement par la nature, tandis que la production de la vapeur, l'emploi du gaz, du pétrole, nécessitent des dépenses relativement considérables. Mais, dans bien des cas, fait remarquer M. Perrier, ancien inspecteur général des ponts et chaussées, « le régime des cours d'eau sur lesquels les usines sont établies est mal réglé : en étiage, les eaux sont insuffisantes pour leur assurer une marche régulière; dans les crues, au contraire, les eaux sont trop abondantes et deviennent nuisibles; il est arrivé déjà plusieurs fois que les propriétaires d'usines n'ont pu, dans ces circonstances, malgré le désir qu'ils en avaient, exécuter en commun les travaux destinés à améliorer le régime du cours d'eau, parce que nos lois ne permettent pas de déclarer ces travaux d'utilité publique et d'acquérir, par voie d'expropriation forcée, les terrains nécessaires à leur exécution ». Aussi, à la demande de nombreux intéressés, le Gouvernement vient de déposer le projet sur les usines hydrauliques publiques, projet qui lui permettra de concéder des terrains destinés à des usines sur les bords des cours d'eau navigables et flottables ou non, et au concessionnaire d'exproprier les parcelles qu'il veut occuper. D'abord, il faut bien se rendre compte de la signification des termes eux-mêmes : les usines hydrauliques, quelles que soient les eaux qu'elles empruntent, se diviseraient dorénavant en usines privées et usines publiques, les premières étant régies par la loi du 8 avril 1898, déjà citée, et les secondes par la loi en projet. Ces dernières seraient autorisées par voie de concession, en vertu d'un acte déclaratif d'utilité publique, qui serait un décret rendu sur avis conforme du Conseil d'Etat, ou, dans certains cas exceptionnels, une loi (quand les travaux comporteraient le détournement des eaux hors de leur lit naturel sur une longueur de plus de 20 kilomètres mesurés suivant ce lit). Les usines qui entreraient dans la catégorie des usines publiques seraient celles qui auraient en eaux moyennes une puissance brute de 100 chevaux-vapeur ou plus. Ce principe s'étend à toutes les eaux : c'est donc la suppression de la précarité de l'autorisation donnée aux usines établies sur les cours d'eau navigables, précarité qui était un obstacle très grand à leur développement. De plus, la suppression ou la diminution des avantages ainsi concédés donneraient droit, même sur les eaux du domaine public, à une indemnité, sauf le cas de mesures prises dans l'intérêt de la salubrité ou de la sécurité publiques. La déclaration d'utilité publique conférerait au concessionnaire la faculté d'établir et d'entretenir, sur ou sous les fonds appartenant à des tiers, les canaux, tunnels ou conduites indispensables au fonctionnement de l'usine ou à l'accomplissement des travaux d'irrigation ou d'assainissement nécessaires; il pourrait aussi faire passer sous ou sur ces fonds des conducteurs d'énergie, occuper le lit du cours d'eau et submerger les berges non

susceptibles de culture, le tout moyennant des indemnités de servitude réglées par les tribunaux civils.

En somme, fait remarquer M. Wilhelm dans *l'Economiste français* du 12 janvier 1901, les résultats principaux de cette nouvelle loi seraient les suivants : 1° sauvegarder la sécurité des habitants des vallées, tout en encourageant l'utilisation des eaux françaises par l'industrie ; 2° permettre l'établissement d'usines importantes sur les cours d'eau navigables et flottables, en donnant aux autorisations le caractère permanent ; 3° régler définitivement les droits des tiers au cas d'établissement d'une usine qui peut modifier le régime d'un cours d'eau.

L'économie du projet de loi sur les usines hydrauliques étant indiquée, nous allons examiner les moteurs hydrauliques au point de vue technique.

Les récepteurs hydrauliques utilisés industriellement comme producteurs de force motrice peuvent être classés en deux groupes :

1° Les récepteurs à axe horizontal, appelés roues ;

2° Les récepteurs à axe vertical, ou turbines.

Au point de vue dynamique, chacun des deux groupes qui précèdent admet des subdivisions suivant la façon dont l'eau agit dans le moteur. Dans certains récepteurs, l'eau agit presque tout entière par son poids ; elle est reçue dans des augets qu'elle accompagne suivant un certain parcours dans le sens vertical, de telle sorte que le travail moteur dépend surtout de la hauteur de chute. Dans d'autres récepteurs, l'eau agit par choc contre des palettes mobiles. Enfin, dans les récepteurs à réaction, l'eau entre dans l'appareil avec une vitesse considérable, à la production de laquelle on emploie en grande partie la hauteur de chute, et cette eau est rejetée avec une vitesse absolue à peu près nulle.

A. — ROUES HYDRAULIQUES

Comme roues hydrauliques, nous examinerons :

1° La roue à augets ou roue en dessus, qui présente le caractère des récepteurs à poids ;

2° La roue en dessous à aubes planes, qui agit comme récepteur à choc ;

3° La roue de côté, qui, empruntant à la fois sa force motrice au poids de l'eau et à sa vitesse, constitue une classe intermédiaire entre les récepteurs à poids et les récepteurs à choc ;

4° Enfin, la roue Poncelet, qui constitue un moteur à réaction.

Roue à augets ou roue en dessus. — L'eau est distribuée à la partie supérieure ; elle pénètre dans les augets, puis fait en quelque sorte corps avec eux pendant une certaine fraction de tour de la roue ; à un moment donné, le liquide contenu dans les augets se rapproche des bords extérieurs et se déverse finalement dans le bief infé-

rieur. La hauteur de chute est à peu près égale au diamètre de la roue; elle n'en diffère que par le jeu que l'on doit laisser entre la partie inférieure de la roue et le niveau de l'eau dans le canal de fuite, jeu qui doit être suffisant pour empêcher en temps normal la roue de patouiller, c'est-à-dire de pénétrer dans l'eau du bief d'aval. En général, on détermine le nombre des augets de façon que leur espacement à la jante soit compris entre $0^m.32$ et $0^m.35$. La profondeur des augets est généralement de $0^m.30$. Pour tracer les augets, on trace la circonférence moyenne située à égale distance des deux cercles qui limitent la couronne : les parties des rayons qui seront comprises entre cette circonférence moyenne et la circonférence intérieure de la couronne forment les fonds des augets; on achève les profils de ces derniers en joignant les extrémités des rayons qui se trouvent à la circonférence moyenne avec chacun des points de division de la circonférence extérieure qui correspondent aux rayons précédents. Lorsque les augets doivent être en tôle, on leur donne la forme d'un arc de cercle normal à la circonférence intérieure et tangent à la circonférence extérieure.

Puisque le diamètre de la roue est sensiblement égal à la hauteur de chute, celle-ci ne doit être ni trop faible, ni trop grande : elle peut varier entre 3 et 15 mètres au maximum ; les hauteurs qui conviennent le mieux sont celles de 4 mètres environ.

Dans certains récepteurs du même genre, le déversement de l'eau dans les augets se fait en arrière, c'est-à-dire que la roue, à sa partie supérieure, tourne en sens inverse du courant d'eau qui arrive; on a alors une roue à poitrine avec vannage à persiennes. Avec ces appareils, il se produit un versement prématuré de l'eau contenue dans les augets : une partie du liquide commence à s'échapper avant que ces derniers soient parvenus au bas de leur course; il en résulte naturellement une diminution dans le travail moteur. Afin de limiter ces déversements, on munit la roue d'un manteau, sorte de coursier qui enveloppe la roue sur la portion de sa circonférence correspondant au parcours des augets pleins.

La perte de liquide ne se fait plus que par le jeu existant entre le bord des augets et le manteau. L'inconvénient d'un pareil système, fait remarquer M. l'ingénieur Monton, est que le manteau, à la partie inférieure, dirige l'eau sortant de l'appareil dans une direction opposée à celle qu'elle avait dans le bief d'amont; il en résulte que, pour reprendre leur direction naturelle, les filets liquides doivent se retourner sur eux-mêmes dans le bief d'aval; de là, un trouble nuisible, surtout lorsque la roue patouille au moment des crues. Pour éviter cet inconvénient, M. Duponchel a imaginé de placer l'axe de la roue parallèlement à la direction du cours d'eau : ce dernier est dévié, mais seulement d'un angle droit, dans le coursier d'amont et dans celui d'aval.

Roue en dessous à aubes planes. — Dans cette roue, la hauteur de chute est totalement employée à produire la vitesse initiale du liquide à son arrivée dans l'appareil. L'eau ne peut donc agir qu'à la partie inférieure de la roue : au sortir de la vanne, elle suit un plan légèrement incliné qui lui permet de conserver sa vitesse jusqu'au moment où elle vient frapper les palettes du moteur. Au sortir du récepteur, l'eau continue sa route suivant un plan incliné qui lui permet de conserver sa vitesse de sortie jusqu'au point où l'on établit un ressaut, point qui doit être suffisamment éloigné de l'appareil pour que le bouillonnement du liquide n'en gêne pas la marche.

Le rendement maximum d'une pareille roue est égal à $1/3$.

On donne aux roues en dessous à aubes planes les dimensions suivantes :

Diamètre de la roue.....	3 ^m ,00 à 5 ^m ,00
Hauteur des palettes.....	0 ^m ,60 à 0 ^m ,70
Espacement des palettes.....	0 ^m ,35 à 0 ^m ,40

L'épaisseur de la lame d'eau à l'entrée doit être de 0^m,15 à 0^m,30, c'est-à-dire bien inférieure à la hauteur des palettes.

Au moment des crues, le régime d'un pareil récepteur est très variable. Pour éviter en partie cet inconvénient, on a imaginé d'établir la roue sur flotteur, les tourillons de l'arbre s'élevant en même temps que le niveau de l'eau.

Roue de côté. — Cette roue reçoit l'eau latéralement, à la différence de la roue en dessus, qui reçoit l'eau à la partie supérieure, et de la roue en dessous, sur laquelle le liquide agit à sa partie inférieure. La roue de côté n'a pas d'augets, mais simplement des aubes, sur lesquelles l'eau est maintenue latéralement par les parois du coursier. L'eau doit arriver sur la roue en un point situé un peu au-dessous du plan horizontal de son axe ; par conséquent, la hauteur de la chute doit être inférieure au rayon de la roue ; cet appareil ne peut donc être utilisé que pour des chutes de hauteur assez restreinte, comprise généralement entre 1^m,60 et 1 mètre. Le diamètre de la roue ne doit guère descendre au-dessous de 3^m,50. Les aubes sont espacées d'une quantité égale à une fois et demie l'épaisseur de la lame d'eau, laquelle varie entre 0^m,20 et 0^m,27. La hauteur des aubes, c'est-à-dire leur dimension suivant la couronne, ne dépasse guère 0^m,70. La largeur de la roue est au maximum de 5 mètres : elle dépend du débit, de l'épaisseur de la masse d'eau et de sa vitesse initiale.

La dépense par mètre de largeur varie généralement de 0^m3,3 à 0^m3,4 pour les roues lentes et de 0^m3,5 à 0^m3,8 pour les roues rapides. L'épaisseur de la veine au sortir de l'appareil doit être comprise entre 0^m,16 et 0^m,50.

Comme types de roues de côté, nous citerons la roue Belanger, la roue Delnest et la roue Sagebien. Dans cette dernière, les aubes sont

inclinées sur les rayons, de façon que chacune d'elles entre à peu près verticalement dans l'eau d'amont; avec cette roue, on obtient un rendement remarquable qui a même dépassé 0,90. D'après M. Mouton, ce rendement ferait de l'appareil Sagebien le meilleur des récepteurs, mais sa lenteur présente un inconvénient sérieux, car, dans le cas général, on est obligé d'accroître la vitesse à l'aide des transmissions, ce qui augmente les pertes dues au frottement.

Roue Poncelet. — La roue Poncelet reçoit l'eau sans choc et la restitue avec une vitesse à peu près nulle; c'est une roue en dessous à aubes courbes. Les aubes sont fixées sur la couronne normalement à la circonférence et se raccordent à peu près tangentiellement avec celle de la jante.

En pratique, on obtient un rendement variable entre 0,50 et 0,66.

B. — TURBINES

Dans les turbines, on distingue deux organes essentiels :

- 1° Le distributeur;
- 2° La roue motrice ou récepteur.

Le distributeur est, en général, constitué par une sorte de couronne fixe, recevant l'eau par l'un de ses bords et la distribuant par l'autre bord au récepteur; un certain nombre de surfaces appelées directrices cloisonnent l'intérieur de cette couronne; ces surfaces sont courbées de manière à dévier le mouvement de l'eau, laquelle vient se présenter à la roue motrice dans la direction la plus favorable au rendement.

La roue de la turbine est, en quelque sorte, la contre-partie mobile de son distributeur; elle est cloisonnée par des aubes courbées de manière à utiliser le mieux possible la réaction ou la force vive du mouvement de l'eau qui leur est distribuée par les directrices.

Les principes généraux à appliquer pour tirer des turbines un bon rendement sont les suivants: l'eau doit entrer dans les canaux de la roue sans les choquer et en sortir avec une vitesse absolue nulle, ou, ce qui revient au même, avec une vitesse relative égale et directement opposée à celle des aubes au point de sortie. Les aubes et les directrices doivent aussi satisfaire, en ce qui concerne le passage de l'eau dans les canaux qu'elles limitent, au principe de la libre déviation, qui consiste à distribuer les canaux distributeurs et récepteurs de la turbine de manière que l'eau s'y meuve sans tourbillons ni remous, comme dans un tube continu qu'elle remplirait complètement, ou dans un canal à l'air libre.

M. Girard a apporté aux turbines un perfectionnement très important, qu'il a désigné sous le nom d'hydropneumatisation. Ce perfectionnement, applicable principalement aux basses chutes, consiste à

renfermer la turbine dans une espèce de cloche à plongeur dans laquelle on détermine une pression d'air telle que le bas de la roue affleure le niveau de l'eau qu'elle recouvre; la turbine n'est jamais noyée, elle marche comme si elle tournait à l'air libre, en suivant l'étiage du bief d'aval, de manière à toujours en affleurer le niveau. La puissance et le débit des turbines hydropneumatisées diminuent comme si la chute se trouvait réduite de la hauteur de leur roue, mais leur rendement augmente, parce que l'hydropneumatisation débarrasse la turbine de son frottement dans l'eau, et qu'elle supprime les perturbations apportées à la libre déviation des filets liquides, dans les canaux à aubes noyées, par l'air ou l'eau stagnante qui les engorge.

L'hydropneumatisation se rattache étroitement à la question du vannage ou du réglage des turbines. Ce réglage, qui a pour but de faire varier la puissance de la turbine proportionnellement au travail qu'elle doit effectuer, peut se réaliser soit en faisant varier le nombre des orifices qui lui amènent l'eau sans changer la forme ni la section des canaux, que l'on maintient ouverts, soit en étranglant plus ou moins l'ensemble des orifices.

Les turbines comportent, en dehors de l'application des trois principes fondamentaux de la libre déviation, du vannage partiel et de l'hydropneumatisation, un grand nombre de perfectionnements de détail. Mais, pourvu que les principes généraux ci-dessus énoncés leur soient convenablement appliqués, le rendement varie peu d'un type de turbine à l'autre. Ce rendement dépend principalement du rapport du rayon moyen du distributeur à celui de la roue et de la valeur des angles de raccordement des directrices et des aubes de la turbine. Pour des puissances variant de 1 à 500 chevaux, le rendement maximum est compris entre 77 et 82 0/0.

On peut diviser les turbines en quatre classes :

1° Les turbines parallèles, où l'eau entre et sort suivant un courant parallèle à l'axe de la turbine ;

2° Les turbines centrifuges, où l'eau pénètre et sort suivant des courants rayonnant autour de l'axe de la turbine vers l'extérieur ;

3° Les turbines centripètes, où l'eau pénètre et sort suivant des courants rayonnant vers l'axe de l'appareil ;

4° Les turbines mixtes, participant à la fois de la nature des turbines de la première et de la deuxième classe ou de la première et de la troisième.

Turbines parallèles. — Comme type de turbines parallèles, nous citerons la turbine Fontaine. Ce récepteur est disposé de façon à présenter le pivot hors de l'eau, disposition très commode pour le graissage et pour la surveillance de l'appareil. L'eau traverse l'appareil de haut en bas.

Les aubes ont la forme de conoïdes droits décrits par une généra-

trice horizontale qui s'élèverait en s'appuyant sur l'axe vertical et sur des courbes directrices tracées sur un cylindre de révolution. Cette turbine, à laquelle on peut appliquer un mécanisme de vannage partiel, ne peut fournir en pleine marche un rendement supérieur à 70 0/0.

A cette catégorie de turbines se rattachent aussi :

1° Les turbines Girard, qui sont parallèles et centrifuges, et auxquelles leur auteur a appliqué très ingénieusement les principes de la libre déviation et de l'hydropneumatisation ;

2° Les turbines de Jonval, semblables aux turbines Fontaine par le principe du tracé des aubes et des directrices, mais dont la construction est simplifiée.

Turbines centrifuges. — Le type de ces turbines est la turbine Fourneyron. Le récepteur est à deux fonds, qui sont réunis par des aubes cylindriques; un bras ou une cuvette complète relie ce récepteur à l'arbre moteur.

Le distributeur présente une série de cylindres verticaux formant les contre-aubes directrices; il est supporté par un tuyau porte-fond qui enveloppe l'axe vertical. Le rendement de la turbine Fourneyron atteint souvent 80 0/0 en pleine marche, mais l'action imparfaite de son vannage abaisse ce rendement à 70 0/0, puis à 40 0/0 pour des réductions à moitié et au tiers du débit normal. M. Girard a perfectionné ces turbines et a construit des roues-turbines, qui peuvent utiliser de très grands volumes d'eau sous de faibles chutes et qui ont l'avantage de pouvoir fonctionner avec des débits très variables.

Turbines centripètes. — La première turbine centripète qui se soit répandue dans la pratique est celle de Thomson. Dans cet appareil, l'eau arrivant par un conduit pénètre dans une couronne d'où elle passe dans un récepteur; elle s'en échappe à la fois par le haut et par le bas. Le pivot de l'appareil est fixe et une crapaudine en bronze, qui termine l'arbre, est graissée à l'aide d'une rainure qui descend le long de ce dernier. Le passage de l'eau peut être plus ou moins étranglé à l'aide de becs à charnière qui terminent les directrices; tous ces becs sont solidaires et peuvent être manœuvrés à la fois par l'intermédiaire d'un arbre auxiliaire. Le rendement de cet appareil atteint, en moyenne, la valeur de 0,80.

La turbine Hett, l'American Turbine, la New Turbine, etc., sont des modifications de la turbine Thomson.

Turbines mixtes. — Ces turbines utilisent à la fois l'impulsion et la charge de l'eau. A cette catégorie appartiennent la turbine Victor, la turbine Risdon, la turbine Leffel et la turbine Hercule.

Dans la turbine Victor, la roue est mixte, c'est-à-dire à courant d'abord centripète dans la région supérieure, puis dévié horizontalement vers le bas par une double courbure des aubes. Le vannage s'opère en faisant tourner au moyen d'un pignon la cage des direc-

trices mobiles dans celle des directrices fixes, à laquelle est boulonné le trépied de la crapaudine.

La turbine *Risdon*, comme d'ailleurs la plupart des turbines mixtes construites en Amérique, est caractérisée par ses aubes à double courbure disposées de manière à recevoir l'eau dans une direction centripète et à la laisser s'échapper, en partie, parallèlement à l'axe de la roue, comme dans une turbine Fontaine.

La turbine *Leffel* a son récepteur composé de deux roues superposées et venues de fonte ensemble : dans la première, une moitié de la masse liquide mise en jeu agit suivant le mode parallèle ; dans la seconde, l'autre moitié du liquide agit suivant le mode centripète.

La turbine *Hercule*, construite par la maison Singrün, d'Epinal, présente beaucoup d'analogie avec la turbine Victor ; la partie centrale des aubes est, de plus, divisée par un certain nombre de cloisons directrices, dont le principal effet est de mieux graduer l'action du vannage. La turbine *Hercule* peut fonctionner noyée, même de plusieurs mètres, sans perte appréciable de rendement. Le rendement garanti est de 80 0/0 pour la marche à pleine admission, et ce rendement est de 75 0/0 pour une quantité d'eau qui peut descendre jusqu'à moitié de celle que la turbine est capable d'absorber en pleine marche. On peut donc appliquer ce moteur à tous les cas qui se présentent dans la pratique et tirer un parti avantageux des faibles eaux dans les rivières à débit très variable ou sujettes à de grandes variations de niveau.

Prix d'installation des turbines. — Le prix d'installation des turbines varie considérablement suivant les dispositions locales et la possibilité d'utiliser des installations existantes.

Pour une chute de 5 mètres, une turbine *Hercule* de 50 chevaux de force coûte 2.700 francs. Le prix des accessoires et du montage étant estimé à 2.000 francs et celui de la chambre en maçonnerie à environ 1.000 francs, on arrive à un total de 5.700 francs.

Prix de revient de la force motrice hydraulique. — MM. Dumont et Bagnères estiment qu'en France le prix du cheval-heure avec moteur hydraulique varie de 0 fr. 01 à 0 fr. 03.

§ 3. — Moteurs à gaz.

Pendant les douze dernières années, les moteurs à gaz ont été l'objet de sérieux perfectionnements.

Par l'emploi judicieux des gazogènes et par l'utilisation des gaz des hauts fourneaux, un grand avenir leur semble réservé, car ils sont à même de fournir une force motrice à bon marché, tout en présentant les qualités de souplesse et de régularité qui paraissaient autrefois uniquement réservées à la machine à vapeur.

Nous indiquerons ci-après les principes des moteurs à gaz et nous signalerons quelques-uns des types qui sont susceptibles d'être utilisés industriellement.

Principe. — Les moteurs à gaz présentent une grande analogie avec les moteurs à vapeur. Leurs organes généraux (cylindre, piston, bielle) sont disposés de la même manière, mais leur fonctionnement diffère de celui des machines à vapeur en ce que le mouvement du piston est déterminé, non par la force expansive de la vapeur d'eau, mais par celle d'un mélange de gaz combustible et d'air enflammé subitement.

Gaz combustibles utilisés. — Comme gaz combustible, on peut employer :

1° Les gaz obtenus par distillation en vase clos de la houille ou d'autres matières, bois, tourbes, huiles minérales, etc.;

2° Les gaz connus sous le nom de gaz pauvres et de gaz à l'eau, lesquels sont obtenus dans les gazogènes, soit par la combustion incomplète de la houille, de l'antracite ou du coke, soit par la réaction sur ces matières portées à l'incandescence de la vapeur d'eau, soit enfin par ces deux causes réunies ;

3° Les gaz qui se dégagent à la partie supérieure des hauts fourneaux.

Pour que la combustion de ces gaz soit complète, il est nécessaire d'employer une proportion d'air qui ne soit ni trop forte, ni trop faible. Cette proportion d'air, qui dépend de la composition des gaz, doit être avec le gaz d'éclairage d'au moins 6 fois le volume de ce gaz. Avec les gaz des hauts fourneaux, la quantité d'air à employer est, d'après Vermand, de 700 à 900 litres par mètre cube de gaz.

Fonctionnement des moteurs à compression. — Voici la suite des opérations qui s'effectuent dans les moteurs à gaz habituellement employés :

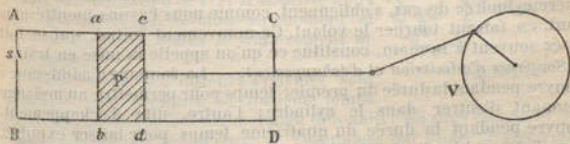


FIG. 1.

1° Par un demi-tour du volant (*fig. 1*), le piston, dont la face est à l'origine en contact avec la base du cylindre, s'éloigne en faisant le vide.

après lui; une soupape s'ouvre alors et laisse pénétrer le mélange de gaz combustible et d'air qui vient remplir le cylindre;

2° En continuant à faire tourner le volant dans le même sens d'un demi-tour, le piston revient sur ses pas, la soupape *s* se ferme et le mélange de gaz combustible et d'air est comprimé dans le cylindre. Cette compression rend plus intime le mélange des gaz et augmente l'effet utile;

3° Au moment où la face *ab* du piston est très voisine de AB, c'est-à-dire que la compression atteint son plus haut degré, le mélange comprimé de gaz et d'air est enflammé, fait explosion et chasse le piston jusqu'à l'autre face du cylindre;

4° Aussitôt que la face *cd* du piston est arrivée au contact de la base CD du cylindre, une soupape dite d'échappement (non représentée sur la figure) s'ouvre pour permettre l'expulsion des gaz brûlés. Le volant, en vertu du mouvement acquis dans la phase précédente, ramène la face *ab* du piston contre la base AB du cylindre, et puis l'en éloigne, et la suite des opérations se reproduit dans le même ordre et de la même façon.

L'ensemble de ces quatre phases par lesquelles passe une cylindrée de mélange de gaz et d'air pendant le fonctionnement du moteur, constitue ce que l'on appelle un cycle à quatre temps, le premier temps correspondant à l'aspiration du mélange détonant dans le cylindre, le second temps à la compression du mélange, le troisième temps à l'explosion suivie de détente, le quatrième temps à l'échappement des gaz brûlés dans l'atmosphère.

De ces quatre phases ou temps, une seule, la troisième, est motrice; la seconde est résistante; les deux autres sont sensiblement neutres.

La série des phases se reproduit indéfiniment et la première phase du second cycle succède immédiatement à la quatrième phase du premier cycle. ●

Mise en train. — Les deux premières phases du premier cycle, c'est-à-dire le fonctionnement du moteur avant l'allumage de la première cylindrée de gaz, s'obtiennent, comme nous l'avons montré plus haut, en faisant tourner le volant. Ce mouvement initial, qui se fait assez souvent à la main, constitue ce qu'on appelle la mise en train.

Soupapes d'admission et d'échappement. — La soupape d'admission s'ouvre pendant la durée du premier temps pour permettre au mélange détonant d'entrer dans le cylindre; l'autre, dite d'échappement, s'ouvre pendant la durée du quatrième temps pour laisser expulser dans l'atmosphère les gaz brûlés.

La soupape d'admission fonctionne automatiquement sans aucune commande mécanique: s'ouvrant du dehors vers le dedans de la chambre d'explosion, elle est maintenue appliquée sur son siège, pendant les trois derniers temps du cycle, par la pression même des gaz contenus dans le cylindre, et s'ouvre pendant le premier temps sous

Influence de la dépression produite par le mouvement du piston s'éloignant du fond du cylindre avec expulsion des gaz brûlés et refermeture de la soupape d'échappement. Théoriquement, dans ces conditions, la soupape d'admission pourrait être constituée par un clapet absolument libre; mais, pour assurer la netteté de sa fermeture à la fin de l'aspiration et éviter tout échappement du mélange détonant au début de la combustion, on lui adjoint un faible petit ressort pour la ramener à la position de fermeture. Quelques constructeurs commandent mécaniquement la soupape d'admission.

La soupape d'échappement, au contraire, est forcément commandée par un dispositif mécanique; elle doit, en effet, s'ouvrir au quatrième temps du cycle, alors que la pression à l'intérieur du cylindre est inférieure à celle à laquelle la même soupape a dû résister pendant le troisième temps; elle doit d'ailleurs aussi rester fermée pendant l'aspiration.

Pour remplir ces conditions, la soupape d'échappement s'ouvre, comme celle d'admission, vers l'intérieur du cylindre, de manière que la pression qui se produit au moment de l'explosion ne tende pas à l'ouvrir intempestivement; mais, contrairement à celle d'admission, elle est maintenue appliquée sur son siège par un ressort assez puissant pour l'empêcher de se soulever pendant la période d'aspiration. Enfin, sa tige est actionnée par un dispositif mécanique de distribution, qui offre cela de particulier qu'il ne doit agir qu'à des intervalles correspondant à deux tours de l'arbre moteur. Aussi est-il souvent monté sur un arbre secondaire B (fig. 2) commandé par l'arbre moteur A au moyen d'un train d'engrenages à réduction de $1/2$; il consiste alors en une came C qui produit au moment et pendant le temps voulu le soulèvement de la soupape S.

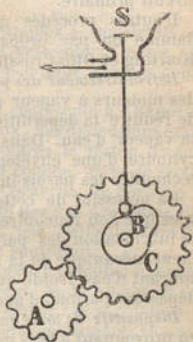


FIG. 2.

Inflammation. — Plusieurs systèmes sont employés pour produire au troisième temps du cycle l'inflammation du mélange détonant; les plus employés sont l'allumage par incandescence et l'allumage par étincelle électrique, bien que ce dernier soit plus spécialement réservé aux moteurs à pétrole ou à alcool.

On réalise le premier de la manière suivante: Sur le fond AB du cylindre et communiquant librement avec la chambre d'explosion est monté un petit tube, généralement en platine, de 5 à 8 millimètres de diamètre et de quelques centimètres de long, fermé par emboutis-



sage à l'extrémité extérieure. Ce tube est continuellement porté à l'incandescence par la flamme d'un bec dénommé « brûleur ». A la fin d'un cycle, il se trouve, comme la chambre d'explosion elle-même, rempli de gaz brûlés et inertes; en raison de sa situation en cul-de-sac, l'aspiration du premier temps modifie peu la composition du gaz qui le remplit et ce n'est qu'à la fin de la compression du second temps que du mélange frais y pénètre assez avant pour prendre contact avec les parois incandescentes; l'inflammation se produit alors, et le troisième temps commence.

L'allumage par incandescence se réalise aussi au moyen d'un fil de platine porté au rouge par un courant électrique; ce fil peut être rougi d'une façon continue ou seulement au moment de l'explosion.

L'allumage électrique exige une bobine de Rumkorff et une source primaire d'électricité (pile ou accumulateur). Une « came d'allumage » montée comme celle de la commande de la soupape d'échappement produit aux moments voulus la fermeture et la rupture du circuit primaire.

D'autres procédés d'inflammation se réalisent par transport de flamme ou par propagation de flamme, comme dans les moteurs Koerting et Otto-Crossley.

Refroidissement des parois du cylindre. — Les parois des cylindres des moteurs à vapeur sont entourées d'une enveloppe, ayant pour but de réduire la déperdition de chaleur, et par suite la condensation de la vapeur d'eau. Dans les moteurs à gaz, on entoure également le cylindre d'une enveloppe, mais cette enveloppe a pour but, non de réchauffer les parois internes du cylindre, mais de les refroidir.

La nécessité de cette enveloppe résulte des températures très élevées que l'on rencontre dans les moteurs, et qui tendent à empêcher la lubrification des parois, à entraver par conséquent le fonctionnement mécanique de la machine. Cette enveloppe est traversée par un courant d'eau froide qui emporte à sa sortie une fraction importante, dépassant parfois, d'après M. Vermand, 50 0/0 de la chaleur.

Dispositifs de mise en train. — La mise en train du moteur obtenue en provoquant à bras quelques tours du volant est souvent laborieuse. Elle présente de plus quelques dangers. Pour obvier à ces inconvénients, on a imaginé des systèmes auxiliaires de mise en train, parmi lesquels nous citerons ceux de Delamarre-Deboutteville et ceux des moteurs Niel.

Principaux types de moteurs à gaz utilisés industriellement:
Moteurs Otto. — Le moteur Otto se fait à un ou plusieurs cylindres. La puissance d'un moteur Otto à quatre cylindres pour l'utilisation des gaz de hauts fourneaux peut atteindre 1.200 chevaux.

L'allumage, qui s'obtient électriquement, se fait en général un peu avant la fin de la période de compression. La soupape d'admission



se trouve dans le fond de la chambre de combustion et celle d'échappement est plus proche du cylindre, et par suite refroidie par les gaz de l'admission.

Le moteur Otto fut le premier moteur à compression. Sa construction est soignée et son fonctionnement est bon.

Moteur Letombe. — Ce moteur, ingénieusement conçu, dépense en moyenne 400 litres de gaz d'éclairage par cheval et par heure. Mais il est surtout applicable à l'utilisation des gaz pauvres.

La combinaison de deux cylindres disposés en tandem réduit son encombrement au minimum. La régulation des moteurs Letombe permet de conserver au moteur dans ses diverses allures une consommation très modérée. A cet effet, le régulateur agit sur la valve d'arrivée du mélange d'air et de gaz, et augmente l'admission quand la vitesse s'accélère; mais, en même temps, il agit sur la valve spéciale d'arrivée du gaz pour diminuer la richesse du mélange. Par ce procédé, on emploie, à faible charge, un mélange relativement pauvre, avec une forte compression; à pleine charge, un mélange riche, avec une compression faible.

Moteurs Simplex. — Les moteurs « Simplex » construits par MM. Delamarre, Deboutteville et Malandin ressemblent assez extérieurement aux moteurs Otto. Ils sont un peu plus simples comme construction.

Le moteur monocylindrique Simplex était représenté à l'Exposition de 1900 par un type d'une force de 700 chevaux. Ses dimensions étaient considérables: le cylindre a 1^m,30 de diamètre; le piston, 1^m,40 de course; la bielle, 4^m,60 de long, et l'arbre de couche, 0^m,46 de section. Ce moteur a été construit pour la Société Cockerill, de Seraing, qui cherchait à résoudre le problème de l'emploi des gaz des hauts fourneaux et des fours à coke, et a pu ainsi, par l'utilisation de cette source d'énergie, actionner directement une soufflerie.

Moteur Charon. — Le moteur Charon se prête particulièrement bien à la commande des dynamos par la douceur de la variation de la puissance. Son mode de régulation est bien conçu: le régulateur agit sur la soupape qui amène au moteur le mélange tonnant. Quand la machine va trop vite, la quantité de mélange tonnant admise diminue; on a par suite, à fait remarquer M. Vermand, une diminution de la compression, ce qui est peu avantageux, mais, en revanche, une augmentation de la détente. Aussi le moteur Charon fonctionne bien.

Moteur Crossley. — Dans le moteur Crossley, la compression est portée à 5 kilogrammes, et, au moment de l'explosion du mélange tonnant, elle atteint 14 kilogrammes et demi; au moment de l'échappement, la pression est de 4 kilogramme et demi.

L'allumage de la charge se fait par tube incandescent. Ce tube est chauffé au rouge cerise par un chalumeau, et, lorsque le gaz se trouve sous pression dans le cylindre, une soupape d'allumage vient mettre



le tube en communication avec l'intérieur du cylindre et l'explosion se produit.

Au moment de la mise en marche, l'allumage est retardé ou a lieu un moment après le passage du point mort; de cette façon, le démarrage en sens inverse est évité.

Le moteur Crossley présente encore cette particularité que le cylindre est construit en deux parties, c'est-à-dire l'enveloppe d'eau en fonte ordinaire et le cylindre proprement dit, qui est formé d'une chemise en fonte spéciale et détachable.

Cette construction spéciale permet d'être certain qu'il n'existe pas de soufflures dans le cylindre même et la chemise peut se remplacer facilement sur place quand elle s'use.

Les grands moteurs sont mis en marche par un appareil spécial de mise en marche automatique. Cet appareil permet de démarrer le moteur sous une partie de sa charge et évite l'emploi d'une poulie folle.

Choix d'un moteur à gaz. — Y a-t-il lieu de chercher à construire des moteurs de très haute puissance, ou bien est-il préférable, pour une puissance déterminée, de prendre 2, 3 ou une série d'unités ?

La question ne doit pas être considérée, d'après M. Jules Deschamps, de la même manière pour les machines à gaz que pour les machines à vapeur. Pour ces dernières, la puissance peut être calculée pour donner le maximum de rendement dans le travail moyen d'un atelier, la machine ayant assez de souplesse pour pouvoir, le cas échéant, actionner simultanément tous les outils à des conditions moins bonnes, mais en travail exceptionnel.

Pour les moteurs à gaz, au contraire, et sauf de rares exceptions aux moteurs à détente variable, le maximum de rendement coïncide avec la marche à pleine charge. Ceci vient déjà contrarier les installations avec un unique moteur. S'il faut 600 chevaux de puissance maxima, et qu'en général la puissance employée n'excède pas 400 chevaux, il est facile de comprendre que trois moteurs, dont deux marcheront presque constamment dans les meilleures conditions, vaudront mieux qu'un. D'ailleurs, l'expérience semble montrer que le rendement ne croît pas indéfiniment avec le diamètre du cylindre et que le maximum est atteint vers 25 à 50 chevaux. La perte aux parois semble devoir être sensiblement la même, car, si la surface est plus petite proportionnellement au volume pour les gros cylindres, l'allure est plus lente et les gaz sont plus longtemps en contact. D'autre part, il est probable que, dans les grands cylindres, l'explosion se propage moins bien dans la masse gazeuse. Il semble donc que, pour des puissances moyennes, le rendement de plusieurs moteurs accouplés est préférable à celui d'un moteur unique.

Ce qui est plus onéreux, c'est le prix d'achat et les frais d'installation. Un moteur de puissance moyenne coûte beaucoup moins cher



que deux ou trois moteurs qui le remplaceraient. Pour une installation à prévoir, il faut en tenir compte, ainsi que de la complication qu'accroît la multiplicité des moteurs, et aussi, en sens contraire, de ce fait qu'un accident arrivé à une unité d'un moteur dédoublé ou détriplé est moins grave que l'arrêt total d'un atelier occasionné par une avarie à un moteur unique (Jules Deschamps).

Installation des moteurs à gaz. — Les moteurs à gaz doivent être fixés solidement sur une base en maçonnerie ou en charpente. On peut éviter le bruit et les trépidations en interposant une couche de bitume dans la maçonnerie et en plaçant une feuille de plomb entre la base et le socle de la machine.

§ 4. — Moteurs à pétrole et à alcool.

Les moteurs à pétrole et à alcool sont ceux qui utilisent directement dans leurs cylindres, à la façon des moteurs à gaz, la force expansive de l'air carburé, enflammé subitement. L'air carburé, additionné de la quantité voulue d'air comburant, est enflammé dans le cylindre, au contact du piston qu'il fait mouvoir, absolument comme le mélange de gaz et d'air dans le moteur à gaz.

On peut utiliser, pour la carburation de l'air, l'un des liquides suivants :

- 1° Gazolines et essences légères de pétrole de densité 0,65 à 0,75
- 2° Essences lourdes de pétrole et benzines de densité 0,70 à 0,75 ;
- 3° Pétrole lampant de densité 0,79 à 0,825 ;
- 4° Huiles lourdes de densité 0,825 à 0,860 ;
- 5° Alcool méthylique ou esprit-de-bois ;
- 6° Alcool éthylique renfermant 10 0/0 d'eau.

Carburation de l'air par les vapeurs de pétrole. — La carburation de l'air par les vapeurs de pétrole s'obtient par l'un des trois procédés suivants : emploi d'un carburateur, emploi d'un vaporisateur, vaporisation du liquide dans la chambre de combustion.

1° *Emploi d'un carburateur.* — Un carburateur est un réservoir spécial chauffé ou non par les gaz d'échappement et utilisé pour la carburation de l'air dans les moteurs à essence de pétrole. L'imprégnation peut avoir lieu par léchage, par barbotage ou par pulvérisation.

Dans les carburateurs par léchage (*fig. 3*), l'air appelé par le cylindre dans le premier temps de chaque cycle pénètre par une cheminée munie d'un bouchon à vis, dont les parois latérales portent des fenêtres garnies de toiles métalliques pour éviter l'introduction des corps solides. Cet air s'étale en nappe sur la surface du liquide et suit la direction des flèches pour se rendre à la soupape d'aspiration du cylindre.

Si la cheminée descend jusqu'au-dessous du niveau minimum de

l'essence, l'air est obligé de barboter dans le liquide, et on a alors

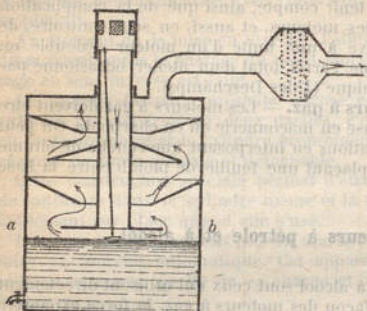


FIG. 3.

un carburateur à barbotage. On voit donc que, si la cheminée est déplaçable verticalement, on peut transformer un carburateur par léchage en carburateur par barbotage et réciproquement.

La composition de l'air carburé ainsi simplement formé serait rarement celle qui convient à la bonne marche du moteur, la précision nécessaire à cet égard pouvant être très difficilement obtenue par le dispositif du coulissage de la cheminée d'aspiration, lorsque ce dispositif existe. On peut arriver à régler les proportions du mélange gazeux soit par le réchauffement du bain d'essence au moyen des gaz d'échappement du moteur, soit par le réchauffement de l'air aspiré, soit par l'introduction supplémentaire d'air frais venant se mélanger à l'air carburé en un point de son trajet du carburateur au moteur. Sur ce même trajet se place un robinet ou papillon d'étranglement destiné à régler la quantité de mélange gazeux définitivement formé qui doit être admise dans le moteur à chaque cylindre. Enfin on y interpose généralement une série de plusieurs toiles métalliques placées dans un évasement biconique du tuyau et destinées tant à arrêter tout corps solide avant l'entrée du gaz dans le moteur qu'à éviter la propagation éventuelle de l'inflammation motrice vers le carburateur en cas de mauvais état de la soupape d'admission.

Les carburateurs à pulvérisation réduisent au minimum la sujétion du réglage de la carburation. Ils sont formés (fig. 4) de deux parties: 1° un récipient de petites dimensions, dit vase à niveau constant, dans lequel un pointeau solidaire d'un flotteur obture plus ou moins l'orifice du tuyau venant du réservoir à essence, de manière à y maintenir toujours le liquide à un niveau déterminé; 2° une autre capacité, dans laquelle aboutit un ajutage percé d'un petit orifice et en communication constante avec le fond du vase à niveau constant; le niveau de l'orifice est légèrement supérieur à celui du liquide dans le vase voisin, de manière qu'à l'arrêt ne se produise aucun écoulement, mais que, sous l'effet de la succion produite par l'aspiration d'air, une certaine quantité d'essence soit aspirée; cette quantité

est suffisamment proportionnelle à la vitesse et à la durée du courant d'air et, par suite, à la quantité totale d'air aspiré.

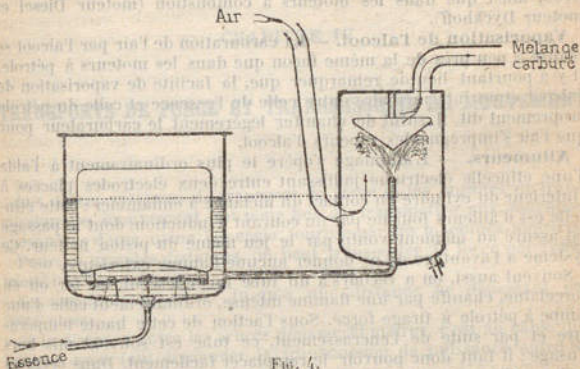


FIG. 4.

La vaporisation de l'essence ainsi aspirée à l'état liquide et son intime mélange avec l'air sont facilités par une pulvérisation résultant ordinairement du choc du jet liquide contre un obstacle fixe, qui est la plupart du temps la pointe d'un cône métallique très ouvert, dénommé « champignon », puis par des chicane de disposition variée activant le brassage du mélange; l'échauffement préalable de l'air, obtenu par les mêmes procédés que pour les carburateurs à barbotage ou léchage, est naturellement favorable à la bonne et complète exécution de ces opérations, l'entrée supplémentaire d'air frais venant se mélanger à l'air carburé en un point de son trajet du carburateur au moteur.

2^e *Emploi d'un vaporisateur.* — Lorsqu'un moteur doit fonctionner au pétrole et non à l'essence, la vaporisation se fait dans un vaporisateur ou gazeificateur chauffé soit par les gaz d'échappement, soit par la chaleur perdue de la lampe d'allumage. C'est ainsi que se réalise la carburation de l'air dans les moteurs Akroyd, Capitaine et Otto.

3^e *Vaporisation du liquide dans la chambre de combustion.* — Le liquide refoulé par une pompe arrive au moment convenable dans la chambre de combustion elle-même, où s'opère la volatilisation. Dans ce cas, on place souvent, à l'arrivée du liquide, une masse en métal ou en terre réfractaire, qui a pour but d'emmagasiner la chaleur pendant l'explosion, et de faciliter ainsi la volatilisation du pétrole projeté sur elle.

Cette troisième méthode, qui offre l'avantage de permettre un réglage précis du combustible injecté, est réalisée dans les moteurs Grob, ainsi que dans les moteurs à combustion (moteur Diesel et moteur Dyckhoff).

Vaporisation de l'alcool. — La carburation de l'air par l'alcool se réalise à peu près de la même façon que dans les moteurs à pétrole. Il y a pourtant lieu de remarquer que, la facilité de vaporisation de l'alcool étant intermédiaire entre celle de l'essence et celle du pétrole proprement dit, il suffit de chauffer légèrement le carburateur pour que l'air s'imprègne des vapeurs d'alcool.

Allumeurs. — L'allumage s'opère le plus ordinairement à l'aide d'une étincelle électrique jaillissant entre deux électrodes placées à l'intérieur du cylindre au contact du mélange à enflammer ; cette étincelle est d'ailleurs fournie par un courant d'induction, dont le passage est assuré au moment voulu par le jeu même du piston moteur. Ce système a l'avantage de ne donner aucune flamme extérieure.

Souvent aussi, on a recours à un tube incandescent, en fer ou en porcelaine, chauffé par une flamme intense, ordinairement celle d'une lampe à pétrole à tirage forcé. Sous l'action de cette haute température et par suite de l'encrassement, ce tube est souvent mis hors d'usage ; il faut donc pouvoir le remplacer facilement. Dans certains moteurs Crossley, on atténue les effets de l'encrassement en nettoyant à chaque coup le tube par une chasse d'air.

Enfin, dans certains moteurs, l'allumage s'opère spontanément par la chaleur seule des explosions précédentes dans une espèce de chambre de combustion. C'est ainsi que, dans le moteur Pinkney, le mélange pénètre, à la fin de la compression, dans un compartiment situé à l'arrière de la chambre de compression, beaucoup plus chaud que la partie d'avant, parce qu'il est isolé par une enveloppe d'air et qu'il n'est dès lors pas refroidi par le courant d'eau. Dans un autre dispositif, la chambre de combustion est garnie intérieurement de matière réfractaire ; une soupape la fait communiquer au moment voulu avec la chambre de compression.

Régénérateur. — Les moteurs à pétrole donnent en général un rendement de 15 0/0, c'est-à-dire 1/7^e de l'énergie représentée par le combustible brûlé. C'est peu. La faute en est aux pertes de chaleur, causées par le contact du mélange explosif avec les parois du cylindre, qu'on est forcé de maintenir relativement froides, et par le calorique qu'emportent les gaz de l'échappement.

M. Richard estime que ces causes de déperdition pourraient être diminuées par l'emploi d'un régénérateur, c'est-à-dire d'un appareil permettant de soutirer aux gaz de l'échappement autant de chaleur que possible pour la restituer à l'air qui va entrer dans les mélanges explosifs suivants.

CHAPITRE IV

TRANSPORTS DE FORCE ET TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT

Les divers systèmes de transport de force et les organes de transmission de mouvement ont pour but de transmettre aux machines opératrices d'une usine l'énergie fournie par les machines motrices.

Pour les grandes distances, on peut transporter la force par l'électricité ou l'air comprimé.

La vapeur peut servir jusqu'à une distance ne dépassant pas 300 mètres.

Si la distance entre les arbres dépasse 30 mètres, c'est au câble métallique qu'il faut demander la transmission de puissance entre les deux poulies.

Au-dessous de 30 mètres, la transmission s'effectue par les câbles en chanvre ou en cuir, lorsque la distance à franchir entre les deux arbres dépasse 8 à 10 mètres, et par les courroies ou les engrenages pour les distances plus faibles.

La puissance transportée dans les locaux affectés au travail par l'un des procédés indiqués ci-dessus est répartie, avec le sens et la vitesse convenables, entre les machines opératrices. Cette répartition est obtenue au moyen de transmissions de mouvement qui se composent :

1° D'organes à mouvement de rotation ou à mouvement rectiligne, comme les arbres de couche, les engrenages, les poulies, les courroies, etc. ;

2° De pièces fixes qui servent à supporter ou à guider les organes précédents, comme les paliers, chaises, consoles, pivots ;

3° De mécanismes appelés embrayages, qui ont pour fonctions d'interrompre ou de rétablir le mouvement.

L'étude des divers organes placés entre les machines motrices et les machines opératrices nous oblige donc à examiner successivement :

- 1° Les transports de force par l'électricité ;
- 2° Les transmissions de mouvement par les courroies et les câbles ;
- 3° Les transmissions de mouvement par engrenages ;
- 4° La transmission par flexibles.

§ 1. — Transport électrique de la force.

Le transport électrique de la force permet d'utiliser l'énergie mécanique à une distance très grande du point où cette énergie prend naissance.

Nous avons vu que l'énergie mécanique est habituellement produite soit par une chute d'eau, soit par la force expansive de la vapeur d'eau ou d'un mélange tonnant. Pour transporter cette énergie mécanique, il faut en premier lieu disposer, au point où elle est obtenue, une dynamo qui reçoit son mouvement de la roue à aubes, de la turbine ou du moteur thermique. Cette dynamo, appelée dynamo génératrice, transforme, en tournant, l'énergie mécanique en énergie électrique. L'énergie électrique ainsi obtenue est d'une docilité extrême. Un fil conducteur tendu sur des poteaux la transporte là où il convient qu'elle soit employée. Pour retrouver en ce dernier endroit de l'énergie mécanique, il suffit d'une transformation inverse, c'est-à-dire de disposer à la station d'arrivée une seconde dynamo appelée dynamo réceptrice. Cette dynamo reçoit le courant électrique, tourne et rend de l'énergie mécanique.

Le pouvoir qu'ont les machines dynamo-électriques de servir de moteur quand on leur fournit de l'électricité au lieu de leur en demander découle des observations de M. Fontaine, le collaborateur de Gramme. La démonstration expérimentale de la réversibilité des machines d'induction fut faite en 1873 à l'Exposition de Vienne. Pourtant les transports électriques de la force ne se sont multipliés que dans ces dernières années : cela tient à ce qu'il y avait plusieurs autres questions à résoudre, notamment celle des fils conducteurs.

Un conducteur électrique est d'autant plus résistant que sa section est plus faible; alors, l'intensité du courant qui le traverse diminue, et cette diminution croît proportionnellement à la longueur du conducteur. Pour transporter à distance des courants intenses, sans affaiblissement trop sensible, il aurait fallu comme conducteurs non des fils, mais de gros câbles, des barres de cuivre. Les frais d'installation des lignes eussent été énormes.

La difficulté a été tournée grâce aux travaux d'un physicien français, M. Marcel Deprez, qui a décomposé le problème. Un courant électrique se caractérise à la fois par son intensité et son potentiel. L'intensité du courant électrique est l'analogue de la quantité de liquide d'un courant d'eau; le potentiel correspond au niveau de l'eau, à la hauteur de chute possible. M. Marcel Deprez montra qu'on réduirait les pertes dues à la résistance du conducteur en transportant des courants de faible intensité et de haut potentiel. Un fil fin se laisse traverser par un tel courant. Il combina des dynamos propres à fournir ces courants de haut potentiel. Dans la mémorable expérience

— pour ne rappeler que celle-là — qu'il fit en 1885, entre Vizille et Grenoble, il put transporter 16 à 17 chevaux de force, sur un parcours de 14 kilomètres, à travers un fil en bronze de 4 millimètres de diamètre à peine, et avec un rendement de près de 60 0/0.

Aujourd'hui, par l'emploi des courants polyphasés, les pertes de force, le long de la ligne, ont été réduites dans une proportion bien plus grande encore. C'est ainsi qu'il n'y a, pour ainsi dire, plus de limites au transport de la force, quant à la puissance transportée et quant au parcours auquel on oblige le courant. C'est par centaines de chevaux que le courant s'envoie, et à des distances de 30, 50, 80 kilomètres et au delà.

Au point de vue industriel, la question du transport électrique de la force a donné lieu à de nombreuses applications qui reposent toutes sur les principes exposés ci-dessus, mais qui diffèrent entre elles par leur importance.

Dans un premier groupe, nous examinerons les installations dans lesquelles une puissance mécanique considérable est captée en un certain point, pour être ensuite distribuée comme force motrice à des ateliers, à des usines électrochimiques et électrométallurgiques ou à des lignes de tramways, situés souvent à des distances assez grandes. Ces installations, qui exigent de puissants capitaux, ont amené la création d'usines génératrices d'électricité, bâties au voisinage immédiat de puissantes chutes (usines hydro-électriques des Alpes et des autres régions montagneuses) ou à proximité de mines de charbon (usines électriques bâties sur le carreau des mines de houille de l'Ecosse).

Un second groupe d'applications sont celles qui ont pour but de simplifier les transmissions d'une grande usine et d'éviter les longues lignes d'arbres qui absorbent en pure perte une assez grande quantité de travail utile. Ces dernières applications du transport électrique de la force présentent dans beaucoup d'ateliers, et notamment dans les ateliers de montage des machines et les usines métallurgiques, de sérieux avantages. La seule raison qui fait préférer la commande ordinaire par arbres est la question des dépenses d'installation, l'application des transmissions par arbre coûtant moins cher que la commande par l'électricité. Mais cette augmentation de dépenses d'installation est largement compensée par l'économie annuelle résultant de la meilleure utilisation de la force motrice.

Usines hydro-électriques. — L'installation d'une usine hydro-électrique pour transport de force comprend :

- 1° L'usine proprement dite, c'est-à-dire les ouvrages de prise, la canalisation, les bâtiments, les machines et appareils;
- 2° La distribution, c'est-à-dire la ligne électrique, les sous-stations de transformation et les lignes secondaires.

En supposant :

- 1° Que la chute d'eau à utiliser puisse être réalisée au moyen d'une

dérivation de cours d'eau ayant 4.000 litres de débit moyen à la seconde et 2.700 litres de débit minimum;

2° Que la dérivation, effectuée sur une longueur de 6 kilomètres fournisse une hauteur de chute de 220 mètres;

M. Dusaugé¹, Ingénieur Directeur de la Société électrique de Grenoble, a indiqué comme frais d'installation les prix détaillés ci-après.

Installation de l'usine génératrice. — Les dépenses à faire seront approximativement les suivantes :

Frais d'organisation et d'études préparatoires.....	Francs
Droits de riveraineté, de barrage, d'appuyage et d'inondation par le remous des barrages, droits de passage pour la canalisation et le tunnel; acquisition des terrains.....	25.000
Ouvrages de prise d'eau	
Construction du barrage.....	300.000
Grilles, portes avec mécanisme de manœuvre....	60.000
Maison du garde, vannes.....	15.000
Tunnel de 6 kilomètres de longueur, 2 ^m 2,50 de section, et une pente de 0,0008 par mètre.....	5.000
Canalisation	
Conduite en tôle de 1 ^m ,45 de diamètre et de 330 mètres de longueur.....	375.000
Bâtiment de l'usine, constituée par un bâtiment rectangulaire de 49 mètres de longueur et 24 ^m ,50 de largeur, divisé en quatre salles : l'une de 41 mètres sur 16 ^m ,50, pour cinq groupes électrogènes; l'autre de 41 mètres sur 8 mètres, pour cinq paires de transformateurs; enfin deux salles de 16 mètres sur 8, et 8 mètres sur 8, pour le magasin et l'atelier de réparation des machines et transformateurs.....	190.000
Cinq turbines de 1.700 chevaux-vapeur avec leurs régulateurs, vannes, tuyauterie et accessoires, à 30.000 francs chacune....	120.000
Cinq alternateurs triphasés de 1.500 kilowatts à 250 volts, 85.000 francs l'un.....	150.000
Cinq manchons d'accouplement élastiques, à 3.200 francs l'un....	425.000
Deux ponts roulants de 30 et 20 tonnes.....	16.000
Un tableau basse tension avec tous appareils de manœuvre, y compris les canalisations intérieures.....	48.000
Vingt transformateurs de 375 kilowatts à 18.500.....	30.000
Quatre transformateurs de rechange.....	370.000
Un tableau haute tension avec accessoires.....	74.000
Outils de l'atelier de réparations et du magasin.....	20.000
Chemin d'accès de 400 mètres environ nécessaire pour relier l'usine au chemin le plus proche.....	6.000
Construction d'une maison pour le chef électricien et ses aides....	4.000
Frais d'installation des machines, direction et surveillance des travaux, et frais généraux.....	10.000
Imprévus.....	60.000
Rémunération du capital versé pendant la durée de la construction (3 0/0 du capital).....	90.000
	70.000
TOTAL.....	2.463.000

¹ *Etude économique d'un transport d'énergie à grande distance*, par E. DUSAUGEY. — Alexandre Gratier, éditeur à Grenoble.

Distribution de force. — La distribution de force électrique peut s'effectuer de deux manières :

1° On peut amener le courant à haute tension jusqu'au domicile du consommateur, où le transformateur serait installé dans un local spécial ;

2° Le courant à haute tension peut être amené à des sous-stations de transformation autour desquelles rayonnent les lignes secondaires.

Le premier système évite les frais assez élevés de la construction des lignes secondaires, mais il n'est pas applicable aux petites forces et présente d'ailleurs pour les grandes de nombreux inconvénients. En effet, il expose, en raison du haut voltage de la ligne, à des dangers assez grands pour les lieux habités ; de plus, la surveillance des transformateurs disséminés en plusieurs points est plus difficile et plus coûteuse.

Dans le deuxième système, il est bon de construire plusieurs sous-stations de transformation et de les répartir judicieusement sur le lieu d'utilisation, de façon à diminuer le réseau secondaire, qui est très coûteux. L'emploi des sous-stations de transformation présente l'avantage de n'avoir dans chaque sous-station qu'un appareillage qui est commun à tout le groupe, tandis que dans le premier système chaque point de consommation doit avoir son appareillage complet.

Aussi le système des sous-stations de transformation est le plus employé et le seul que nous examinerons ici.

Supposons que l'on veuille transporter à une distance de 60 kilomètres la force produite par l'usine hydro-électrique étudiée précédemment (pages 109 et suivantes).

Occupons-nous d'abord de la ligne à haute tension.

Les règlements exigent que le point le plus bas des fils soit à 6 mètres au-dessus du sol le long des routes et à 8 mètres dans les traversées. Ces chiffres conduisent à l'emploi de supports de 10 mètres de longueur le long des routes et de 12 mètres aux traversées. Certains supports devront avoir 14, 16 et même 18 mètres de longueur dans les passages difficiles, par exemple au-dessus d'édifices où il ne sera pas possible d'établir des consoles.

Les supports à employer sont habituellement des poteaux de sapin qu'il faut avoir soin d'injecter avec du chlorure de zinc, du bichlorure de mercure ou du sulfate de cuivre. On construit depuis quelque temps des poteaux en bois recouverts d'une enveloppe de ciment maintenue par une armature métallique.

Les prix des poteaux pouvant supporter double fil ont été évalués par M. Dusaugy aux chiffres suivants :

Support de 10 mètres (bois, ferrure et plantation du poteau)	68 ^f ,50
— 12 — — — — —	73 ^f ,80
— 14 — — — — —	83 ^f ,30
— 16 — — — — —	99 ^f ,80

On peut admettre que la distance entre deux supports consécutifs est de 40 mètres en alignement droit et de 25 à 30 mètres dans les courbes.

Les consoles en fer fixées aux édifices et supportant les fils valent environ, mises en place, 150 francs.

Les isolateurs mis en place reviennent à 4 fr. 30.

La dépense d'établissement de parafoudres coûte 120 francs par kilomètre.

Comme il faut un interrupteur double à haute tension tous les 5 kilomètres et que cet interrupteur revient à 600 francs, on peut compter 120 francs par kilomètre.

Les filets, lorsqu'il est nécessaire d'en établir, reviennent à 5 francs le mètre.

Il peut y avoir encore d'autres dépenses dans l'établissement d'une ligne, telles que construction de passerelles métalliques exigées par les Compagnies lorsque la ligne traverse le voie ferrée, achats de droits divers pour plantation de supports sur les propriétés particulières.

La dépense totale par kilomètre après majoration de 5 0/0 de la valeur des travaux pour fausses manœuvres, et de 10 0/0 pour frais imprévus, ne dépasse guère 5.000 francs par kilomètre.

Reste à calculer la dépense des conducteurs en supposant toujours que les lignes soient dédoublées. Ce dédoublement a l'inconvénient d'accroître le prix de la ligne par l'augmentation du nombre d'isolateurs et du prix de la main-d'œuvre; il diminue pour la même raison la résistance à l'isolement, mais il a le grand avantage de permettre de réparer l'une des lignes en cas d'avarie à l'autre, et cela sans arrêter l'installation, si l'on a soin d'employer des dispositifs spéciaux pour empêcher tout accident. La dépense totale en cuivre et matériel a été dès lors évaluée à 500.000 francs, ce qui conduit à un chiffre de 833 francs par kilomètre.

Voici maintenant la dépense que M. Dusaugé estime nécessaire pour la distribution de force qui nous occupe, en supposant que la ligne à haute tension doive aboutir à trois sous-stations de transformation et que les 3.900 kilowatts à distribuer soient répartis sur quatre-vingts moteurs d'une puissance moyenne de 50 kilowatts et situés à une distance de 200 mètres du transformateur.

TRANSPORTS DE FORCE ET TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT 113

	Francs
Supports.....	194.148
Parafoudres.....	7.200
Interrupteurs et filets.....	14.400
Téléphone.....	40.800
Traversées de voies ferrées et pylônes.....	13.000
Déplacement de lignes téléphoniques.....	20.000
Achats de droits divers pour plantation de supports sur propriétés particulières.....	10.000
Ligne à haute tension	
324 kilomètres de câble bronze siliceux de 45 millimètres carrés de section (poids $450 \times 324 = 145.800$ kilogrammes), à 250 francs les 100 kilogrammes à pied d'œuvre.....	364.500
36 kilomètres de câble bronze siliceux, à 2.400 francs le kilogramme à pied d'œuvre.....	86.400
Main-d'œuvre, à 0,25 le mètre courant de fil sextuple.....	15.000
Cuivre pour ligatures.....	1.500
Trois postes de surveillance et matériel pour l'entretien et la surveillance des lignes.....	24.000
Surveillance, frais généraux, fausses manœuvres, imprévus.....	46.450
Intérêt à 3 0/0 sur 450.000 francs pendant un an.....	13.500
	Francs
Achat de terrain.....	1.100
Bâtimement de 8 mètres sur 13 mètres.....	5.500
Six transformateurs de 325 kilowatts, dont deux de rechange, à 17.000 francs l'un.....	102.000
Sous-stations	
Batterie de parafoudres.....	3.000
Tableau à haute tension.....	5.000
Outillages divers.....	2.800
TOTAL POUR CHAQUE SOUS-STATION.....	128.400
Dépense pour les trois sous-stations, y compris un atelier évalué à 8.000 francs pour les réparations des transformateurs, des moteurs et pour la fabrication du petit matériel.....	393.200
Lignes secondaires	
Câbles à isolement ayant 37 millimètres carrés de section (600 mètres par dérivation, ce qui, pour les 80 dérivations, exige 48 kilomètres à 1.800 francs le kilomètre).....	86.400
Main-d'œuvre de pose.....	1.600
Cuivre pour ligatures.....	350
Supports (consules, poteaux, etc.).....	23.520
1.680 isolateurs à 2,30, mis en place.....	3.870
Surveillance, frais généraux et divers.....	4.500
TOTAL POUR LA DISTRIBUTION DE FORCE.....	1.334.338
Si nous ajoutons à ce chiffre la dépense nécessitée par l'usine proprement dite.....	2.463.000
Il vient pour l'ensemble la dépense totale de.....	3.797.338

Commande électrique des machines d'une même usine. — Dans

les grands établissements industriels occupant un grand espace, la nécessité dans laquelle on se trouve de ne pas perdre par des transmissions trop longues une fraction élevée de la puissance à transporter avait conduit à disposer des petits moteurs à vapeur par atelier ou par groupe d'ateliers. Cette solution était loin d'être parfaite, car si, d'une part, on évitait la perte de force motrice due au faible rendement des longues transmissions, d'autre part l'ensemble des petits moteurs disséminés dans l'usine entraînaient une dépense bien plus grande de combustible qu'un moteur unique capable d'actionner tous les mécanismes de l'usine. Seule la commande électrique permet d'éviter les deux inconvénients signalés : déperdition de force par les longues lignes d'arbres, dépense exagérée de combustible occasionnée par de nombreux petits moteurs. En outre, l'emploi des engins électriques est très simple et le personnel s'en sert avec la plus grande facilité; il est bien évident, du reste, que la manœuvre d'un commutateur et l'emmanchement d'une broche sur une prise de courant sont aussi aisés que la manœuvre d'un débrayage ordinaire de transmissions ou de machines-outils.

Une application très intéressante de la commande électrique a été réalisée dans le nouvel atelier de montage des locomotives de la Compagnie des chemins de fer de l'Est à Epernay. Les travaux mécaniques à faire dans un atelier de montage se prêtent parfaitement à cette application, car ils comportent l'emploi de machines diverses, qu'on applique directement sur les locomotives en chantier dans les différentes parties de l'atelier, telles qu'appareils à aléser les cylindres, à dresser les tables de tiroirs, à percer les trous dans les longerons, à tarauder les trous d'entretoises, à poser des entretoises, etc.

Le transport de force par l'électricité réalisé aux ateliers de montage d'Epernay a été décrit par M. Desgeans, Directeur-Ingénieur de ces ateliers, dans un intéressant article que la *Revue générale des Chemins de fer et des tramways* a publié en octobre 1902. Nous empruntons à cet article la description qui suit :

L'installation comporte :

- 1° Une dynamo génératrice de 66.000 watts à courant continu (tension de 110 volts) placée à proximité du moteur à vapeur;
- 2° Un tableau principal de distribution;
- 3° Les conducteurs reliant la dynamo génératrice au tableau principal et celui-ci aux tableaux secondaires et au tableau principal des 3 dynamos de 24.000 watts servant à l'éclairage;
- 4° Deux tableaux secondaires;
- 5° Les conducteurs reliant les tableaux secondaires aux dynamo-réceptrices fixes et aux prises de courant alimentant, soit les dynamos banales, soit d'autres réceptrices installées dans les ateliers voisins;
- 6° 40 prises de courant triples avec coupe-circuits, réparties dans les fosses de montage;

7° 20 dynamos réceptrices, dont 11 fixes, 2 spéciales et 7 banales.

Les dynamos banales et spéciales sont munies de câbles souples à deux conducteurs, isolement fort, munis de broches s'adaptant sur les prises de courant placées dans les fosses.

Le mode de distribution adopté est une distribution en dérivation à 2 fils.

Dynamo génératrice. — La dynamo génératrice est du type hexapolaire, induit en tambour et armature fermée. Cette dynamo, qui est excitée en dérivation, peut débiter normalement 600 ampères à la tension de 110 volts. Elle est construite par la Société alsacienne.

Le collecteur est muni de charbons à calage variable pendant la marche.

Le rhéostat d'excitation est manœuvré à la main ; il permet de faire varier la tension de 100 à 120 volts.

Le rendement industriel à pleine charge est de 92 0/0.

Tableau principal. — Le tableau principal comporte les appareils suivants, fixés sur un panneau de marbre blanc :

1° Un ampèremètre et un voltmètre ;

2° Un rhéostat d'excitation ;

3° Les commutateurs avec coupe-circuits des conducteurs alimentant les tableaux secondaires.

Tableaux secondaires. — Les tableaux secondaires sont au nombre de deux. Ils commandent chacun l'un des deux circuits d'alimentation des prises de courant des dynamos fixes et banales. Ils comprennent un interrupteur, un ampèremètre, deux bornes d'attente pour voltmètre et les coupe-circuits de sûreté, le tout monté sur un panneau d'ardoise enfermé dans une armoire à portes grillagées.

Conducteurs. — Les câbles reliant la dynamo au tableau principal sont isolés sous plomb, comme ceux de même nature reliant au tableau les deux dynamos à lumière.

Les câbles reliant le tableau principal aux tableaux secondaires sont soit en fils nus, soit en fils isolés au caoutchouc dans les parties accessibles au personnel.

Les câbles partant des tableaux secondaires pour alimenter les réceptrices fixes ou les prises de courant sont sous plomb et, dans les parties souterraines, placés à bain de sable dans des caniveaux en sapin créosoté.

Les sections de ces différents conducteurs ont été calculées de façon à permettre l'augmentation possible du nombre de réceptrices à alimenter et en prévision de l'installation ultérieure de quelques réceptrices réparties dans des ateliers voisins.

Prises de courant. — Il a été disposé dans les fosses de montage (latéralement) 40 prises de courant triples avec coupe-circuits montées sur ardoise et établies chacune pour une intensité totale de 80 am-

pères, permettant de brancher trois réceptrices sur chaque prise de courant.

Dynamos réceptrices. — Les dynamos réceptrices actuellement employées dans l'atelier de montage sont au nombre de 20, savoir :

3	réceptrices fixes Gramme, de 2.000 watts, en dérivation ;
8	— fixes Gramme, de 2.800 watts, en dérivation ;
2	— banales Gramme, de 3.300 watts, en série ;
4	— banales Gramme, de 3.300 watts, en dérivation ;
2	— spéciales Gramme, de 196 watts, en dérivation ;
1	— banale Kodolitsch, de 1.400 watts, en dérivation.

Les sept réceptrices banales sont montées sur chariot, de façon à pouvoir être déplacées facilement ; elles sont munies d'engrenages réducteurs de vitesse ramenant la vitesse de l'arbre de commande à 300 tours environ par minute, cette vitesse pouvant varier du reste dans des limites assez étendues au moyen du rhéostat métallique dont chaque dynamo est accompagnée.

Toutes les réceptrices fixes sont munies d'un commutateur portant un rhéostat métallique qui ne sert que pour le démarrage.

Installations actuelles de transport de force par l'électricité.

DYNAMOS RÉCEPTRICES

EMPLOI DES RÉCEPTRICES	QUANTITÉ	CONSTRUCTEUR	PUISSANCE		
			de chaque réceptrice	Totale en watts	Totale en chevaux-vapeur
Meules en grès pour affûtage d'outils.....	3	Gramme	2.000	6.000	8,16
Meuleurs en émeri sur les établis.	8	Gramme	2.800	22.400	30,46
Machines à percer, à aléser, à dresser les tables, et treuil à tirer les locomotives.....	6	Gramme	3.300	19.800	26,93
Machine à percer.....	1	Kodolitsch	1.400	1.400	1,90
Ventilateur pour forges roulantes	2	Gramme	106	392	0,53
Chariot roulant.....	1	Postel-Vinay	4.600	4.600	6,26
Groupe principal des machines-outils.....	1	<i>id.</i>	6.000	6.000	8,16
Ventilateur.....	1	Gramme	2.000	2.000	2,72
Meule à eau et meuleurs en émeri.	3	<i>id.</i>	2.000	6.000	8,16
Machines portatives à percer, à aléser.....	4	<i>id.</i>	2.300	9.200	12,51
Grue roulante / Levage.....	2	Postel-Vinay	4.600	9.200	12,51
de 30 tonnes / Translation....	2	St ^e Alsacienne	2.600	5.200	7,07
Chariot roulant.....	1	Gramme	3.300	3.300	4,49
Machine à tarauder et à poser les entretoises.....	1	St ^e Alsacienne	2.300	2.300	3,13
Commande de la machine à essayer les métaux à la traction.	1	Postel-Vinay	4.600	4.600	6,26
Transmission des machines à broyer les couleurs.....	1	Gramme	3.300	3.300	4,49
Treuil de virage de la plaque tournante et de tirage de locomotives	1	Gramme	3.300	3.300	4,49
Mouvement de levage de la grue de 4.000 kilogrammes.....	1	St ^e Alsacienne	4.600	4.600	6,25
Mouvement de translation de la grue de 4.000 kilogrammes...	1	<i>id.</i>	3.200	3.200	4,35
Monte-charge de 1.000 kilogr...	1	Gramme	1.000	1.000	1,36
Pompe à dépoter les huiles....	1	<i>id.</i>	1.000	1.000	1,36
Commande de la boulonnerie....	1	<i>id.</i>	9.350	9.350	12,72
PUISSANCE TOTALE NOMINALE DES...	44 réceptrices.			128.142	174,27

NOTA. — La puissance totale des réceptrices installées passe la puissance disponible sur la dynamo génératrice (66.000 watts, 90 chevaux), mais cette dynamo est encore largement suffisante :

1^o Parce que la puissance maxima des diverses réceptrices est supérieure à celle qu'elles absorbent en travail normal;

2^o Parce que les réceptrices ne fonctionnent jamais toutes en même temps.

§ 2. — Transmissions de mouvement par courroies et câbles.

Arbres de transmission. — Les arbres de transmission se font en fer ou en acier.

Ce dernier métal est préférable, parce qu'il est plus résistant et susceptible d'un poli plus fin, qui diminue le coefficient de frottement dans les coussinets. Malgré cela on construit encore de très belles transmissions en fer dont les arbres, supportant très bien la forge, peuvent être soudés facilement en cas de rupture ou de nécessité d'allongement.

Les arbres en acier ont toujours un diamètre plus faible que celui des arbres en fer, à égalité de travail à transmettre. La transmission en acier est donc par suite plus légère et souvent moins coûteuse que celle en fer. Les arbres d'attaque doivent toujours être en acier forgé de première qualité.

Dans l'établissement d'une ligne d'arbres, il faut autant que possible unifier les diamètres de ceux-ci, tant qu'il n'existe pas, entre deux portions voisines, ou entre deux lignes distinctes, une différence dans la puissance à transmettre supérieure à 10 ou 12 chevaux : cette manière de faire a pour heureux résultat de limiter les rechanges à un nombre très faible de types dissemblables, et de permettre au constructeur de fabriquer la même pièce en grande quantité, qu'il peut ainsi fournir économiquement.

Les murs, les poteaux en bois ou métalliques, les colonnes, les planchers et les massifs en maçonnerie supportant les transmissions doivent être établis avec le plus grand soin. Il faut empêcher toute vibration ou tout déplacement de ces supports, quelles que soient les vibrations dans le travail de la transmission. A ce prix seulement la sécurité est complète dans les usines.

C'est contre les supports dont il s'agit que sont fixés les paliers ou les consoles qui supportent les arbres.

Les arbres d'une grande longueur sont toujours formés de plusieurs morceaux réunis bout à bout par des manchons d'assemblage.

Dimensions des arbres. — Pour les arbres en fer, le diamètre d en centimètres est donné par la formule :

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$$

dans laquelle N est la force à transmettre exprimée en chevaux-vapeur et n le nombre de tours de l'arbre par minute.

N est donné par le frein dynamométrique de Prony. On sait, en effet, que, si p est le poids à mettre dans le fléau de longueur l du

frein, on a, en exprimant que les travaux sont égaux :

$$\frac{2\pi lnp}{60} = 75N.$$

d'où

$$N = \frac{\pi lnp}{2250}.$$

Pour les arbres en acier la formule applicable est $d' = 10 \sqrt[3]{\frac{N}{n}}$.

Le tableau suivant, dressé par la maison Piat, fournit immédiatement les valeurs de d et de d' pour des valeurs calculées de $\frac{N}{n}$.

$\frac{N}{n}$	d en fer	d' en acier	$\frac{N}{n}$	d en fer	d' en acier	$\frac{N}{n}$	d en fer	d' en acier
0,0156	3,00	2,40	0,1589	6,50	5,20	1,0000	12,00	9,60
0,0199	3,25	2,60	0,1985	7,00	5,60	1,2698	13,00	10,40
0,0248	3,50	2,80	0,2441	7,50	6,00	1,5860	14,00	11,20
0,0305	3,75	3,00	0,2963	8,00	6,40	1,9507	15,00	12,00
0,0371	4,00	3,20	0,3554	8,50	6,80	2,3630	16,00	12,80
0,0457	4,50	3,60	0,4219	9,00	7,20	2,8397	17,00	13,60
0,0573	5,00	4,00	0,4962	9,50	7,60	3,3710	18,00	14,40
0,0663	5,50	4,40	0,5787	10,00	8,00	3,9640	19,00	15,20
0,1250	6,00	4,80	0,7703	11,00	8,80	4,6300	20,00	16,00

Application : Trouver le diamètre d'un arbre devant transmettre 80 chevaux à 161 tours.

On a $\frac{N}{n} = \frac{80}{161} = 0,4962$, et, en lisant le tableau en face de ce nombre, nous voyons que le diamètre correspondant serait de 9^m,5 en fer et de 7^m,6 en acier.

Il faudrait alors adopter pratiquement 100 millimètres en fer et 80 millimètres en acier.

Si le quotient de $\frac{N}{n}$ ne se trouve pas dans la table, il faut alors, pour éviter une interpolation, choisir le nombre immédiatement supérieur et adopter les diamètres correspondant à ce dernier.

Lorsqu'on aura à transmettre un effort important à l'extrémité d'une longue ligne d'arbres, on devra adopter pour le diamètre des arbres en fer la formule :

$$d = 12 \sqrt[4]{\frac{N}{n}}$$

et pour les arbres en acier :

$$d' = 10 \sqrt[4]{\frac{N}{n}}$$

Ces diamètres sont donnés en centimètres par le tableau suivant pour des valeurs déterminées de $\frac{N}{n}$.

$\frac{N}{n}$	d en fer	d' en acier	$\frac{N}{n}$	d en fer	d' en acier	$\frac{N}{n}$	d en fer	d' en acier
0,0039	3,00	2,40	0,0861	6,50	5,20	1,0000	12,00	9,60
0,0054	3,25	2,60	0,1158	7,00	5,60	1,3774	13,00	10,40
0,0072	3,50	2,80	0,1526	7,50	6,00	1,8526	14,00	11,20
0,0095	3,75	3,00	0,1975	8,00	6,40	2,4414	15,00	12,00
0,0123	4,00	3,20	0,2517	8,50	6,80	3,1605	16,00	12,80
0,0159	4,50	3,60	0,3164	9,00	7,20	4,0279	17,00	13,60
0,0201	5,00	4,00	0,3928	9,50	7,60	5,062	18,00	14,40
0,0251	5,50	4,40	0,4823	10,00	8,00	6,285	19,00	15,20
0,0325	6,00	4,80	0,7061	11,00	8,80	7,716	20,00	16,00

Paliers. — Pour des installations de faibles forces, économiques et provisoires, on emploie quelquefois :

1^o Soit des paliers sans coussinets et alors l'arbre tourne directement sur la fonte du corps du palier ;

2^o Soit des paliers avec coussinets, en bois dur, des bois de gaïac habituellement ; dans ce cas, le logement du coussinet présente une section rectangulaire et le coussinet doit être maintenu contre le déplacement longitudinal par l'ajustement des faces verticales taillées en angle obtus très ouvert dans le corps du palier.

Par contre, dans les installations sérieuses, on tend de plus en plus à faire usage des paliers graisseurs dont le corps renferme un réservoir d'huile. L'huile circule d'une manière continue dans le coussinet. On ne la renouvelle qu'au bout d'un temps très long, trois mois à un an.

Les paliers graisseurs sont d'un prix plus élevé que les paliers ordinaires, mais leur emploi assure une grande économie d'huile, d'entretien et aussi de force motrice. Les systèmes de paliers graisseurs sont très nombreux, ils diffèrent les uns des autres par la manière dont l'huile est amenée au contact du tourillon. Cet aménagement peut avoir lieu soit par capillarité, soit par entraînement mécanique, soit même par aspiration.

Paliers graisseurs par capillarité. — Dans les paliers graisseurs à

entraînement d'huile par capillarité, une ou plusieurs mèches trempent dans le réservoir d'huile, traversent le coussinet et viennent en contact avec l'arbre : elles y déposent, pendant la rotation, l'huile que la capillarité y a fait monter. De ce genre sont :

1° Le palier système Boudin, construit par la maison Bonnafous, et dans lequel l'ascension de l'huile est obtenue au moyen de mèches de coton ;

2° Le palier à rotin, où le coussinet inférieur est percé d'une série de trous dans lesquels sont enfilés des bouts de rotin qui trempent dans le réservoir d'huile et sont affleurés, en dessus, avec le coussinet ;

3° Le palier à mèches métalliques, dans lequel l'ascension de l'huile est obtenue au moyen de mèches métalliques en forme d'accordéon et appuyées contre le tourillon par un léger ressort.

Paliers graisseurs par entraînement d'huile. — Dans ces paliers, une ou deux bagues minces dont le diamètre est deux fois plus grand environ que celui de l'arbre entourent le coussinet, qui est échancré à la partie supérieure, pour permettre le contact de la bague sur le tourillon. Ces bagues trempent par leur partie inférieure dans l'huile qui est contenue dans le réservoir du palier, et l'huile, par adhérence avec la bague, vient se déposer au-dessus de l'arbre. On remplace quelquefois la bague par une chaînette.

L'entraînement de l'huile peut être réalisé mécaniquement au moyen d'une rondelle fixée sur l'arbre et qui, plongeant dans l'huile, la projette par son mouvement de rotation contre les parois du palier. Au lieu d'une simple rondelle, on fixe à l'arbre un collier garni de palettes.

Autres paliers. — Il existe encore d'autres types de paliers ; les plus connus sont :

1° Les paliers à rotule, dans lesquels on a cherché à éviter l'échauffement des paliers ;

2° Les paliers à billes et à rouleaux, auxquels on a été conduit en cherchant à appliquer aux transmissions d'ateliers les études sur les roulements des essieux de voitures automobiles montés sur billes.

Ces derniers paliers sont d'un prix assez élevé.

Écartement des paliers. — L'écartement des supports des paliers de transmission se détermine d'après les conditions imposées par l'agencement des bâtiments dans lesquels les arbres doivent être montés. En général, il y a intérêt à écarter les supports ; on a ainsi une plus grande facilité pour disposer les poulies et, par suite, les machines qu'elles actionnent.

Cependant, les limites d'écartement permises sont assez étroites, et plusieurs causes, telles que les chocs, les vibrations des engrenages, les frottements des courroies, la rapidité de la rotation, s'opposent fortement à ce qu'elles soient dépassées,

Ordinairement, on admet que les écartements les plus convenables entre deux paliers sont les suivants :

Pour des arbres de 40 millimètres de diamètre.....	2 ^m ,00	à	2 ^m ,25
— 50 —	2 ^m ,50		2 ^m ,75
— 60 —	2 ^m ,75		3 ^m ,00
— 70 —	3 ^m ,00		3 ^m ,30
— 80 —	3 ^m ,30		3 ^m ,50
— 90 à 100 —	3 ^m ,50		4 ^m ,00

Si les arbres sont chargés de poulies lourdes avec des courroies larges, il faut diminuer hardiment ces chiffres ; si, au contraire, ils sont peu ou point chargés, on peut sans inconvénient les augmenter, sans jamais dépasser toutefois la cote maxima indiquée de plus de 25 à 30 centimètres.

Cependant, il n'est pas prudent de donner plus de 4 mètres de portée aux arbres de 80 à 100 millimètres chargés ou non. Pour les grandes vitesses de rotation, les portées ci-dessus spécifiées doivent être diminuées très sensiblement.

Supports des paliers. — Les paliers sont montés sur des supports en fonte dont la forme correspond aux divers moyens dont on dispose dans les usines pour la fixation des transmissions.

Il y a trois sortes de supports : les semelles, les chaises et les niches, qui toutes doivent présenter comme caractère distinctif une rigidité absolue, jointe à une grande facilité de montage et de démontage des divers organes auxquels ils servent d'appuis immuables.

Accouplement des arbres de transmission. — Pour réunir les arbres entre eux afin qu'ils forment une ligne continue de transmission, on emploie des organes mécaniques de formes diverses classés en deux catégories, savoir :

1^o Ceux qui constituent un accouplement rigide ou flexible, formé par deux ou plusieurs espèces dont la connexion ne peut être rompue que par la suppression de l'une d'entre elles. Ils sont connus sous le nom de *manchons d'assemblage* ;

2^o Ceux qui constituent un accouplement semi-rigide ou élastique formé de plusieurs parties dont la connexion est opérée, soit par l'enclenchement de l'une d'elles, rendue mobile par un mouvement mécanique, soit en pressant l'un contre l'autre deux organes de l'appareil, dont le premier est moteur, à l'effet de produire par adhérence l'entraînement du second.

Cette seconde catégorie comprend tous les *appareils d'embrayage*, dont le but principal est de rendre indépendantes ou solidaires à volonté, sans procéder à aucun démontage ni arrêter le mouvement, deux transmissions dont l'une est motrice.

Nous allons étudier chacun de ces deux genres d'appareils.

Manchons d'assemblage. — Les systèmes d'accouplement rigides sont très nombreux. Les plus connus sont les manchons à plateaux.

les manchons à frettes, les manchons à boulons noyés, les manchons Sellers, les manchons Reulaux et les manchons à serrage central de M. Chevance. Nous ne signalerons que les deux premiers types.

Manchons à plateaux. — Ils se composent de deux plateaux en fonte montés sur les extrémités voisines de chacun des arbres à réunir et emboîtés l'un dans l'autre pour assurer leur centrage. Les plateaux sont assemblés par des boulons en acier, dont les têtes sont dissimulées dans l'épaisseur des plateaux.

Les manchons à plateaux constituent un assemblage inébranlable et sont employés pour les arbres transmettant de grands efforts. Toutefois, comme ils ne peuvent être démontés facilement, leur emploi nécessite entre les paliers des poulies ou des engrenages en deux pièces boulonnées.

Manchons à frettes. — Ce genre de manchon est composé de deux coquilles en fonte superposées, qui doivent être parfaitement ajustées sur les arbres. L'alésage de ces coquilles est de un à quelques dixièmes de millimètre plus petit que le diamètre de l'arbre suivant la force : les deux moitiés du manchon sont séparées de un à quelques millimètres afin d'avoir du serrage ; le manchon est tourné coniquement des deux côtés en partant du milieu. Le serrage se fait avec deux frettes en fer ou en acier que l'on chasse à coups de marteau ou au moyen de brides et boulons.

Appareils d'embrayage. — Le plus simple des appareils d'embrayage, permettant d'isoler à volonté deux arbres de transmission dont l'un possède le mouvement moteur, est l'embrayage à griffes.

Embrayages à griffes. — Ces embrayages se composent de deux manchons, l'un fixe calé sur l'arbre moteur, et l'autre mobile pouvant glisser longitudinalement sur son arbre. Les deux faces des manchons présentent un certain nombre de dents et de creux pouvant s'engager exactement les uns dans les autres, et par conséquent rendre les arbres solidaires l'un de l'autre en tournant dans le même sens.

Embrayages à friction. — Les embrayages à griffes, qui présentent l'avantage de la simplicité, donnent lieu d'autre part à des inconvénients assez graves qui rendent leur emploi impossible dans beaucoup de cas.

Il est d'abord très difficile d'embrayer en marche, car il en résulterait des chocs brusques qui pourraient compromettre la solidité de la transmission. Les dents, à la longue, prennent du jeu par l'usure et il en résulte un bruit désagréable et des trépidations nuisibles.

On a cherché alors à remplacer les embrayages à griffes par les *embrayages à friction*.

Les embrayages à friction peuvent être classés, suivant leurs principes, en trois catégories :

1° Friction entre pièces rigides, la pression s'exerçant dans la direction de l'axe de rotation :

2^e Friction par accouplement entre pièces rigides, cylindriques, la pression s'exerçant radialement;

3^e Friction par enroulement extérieur ou intérieur d'un lien flexible sur surface cylindrique.

Il existe aussi un embrayage dont le principe est intermédiaire entre celui des embrayages à griffes et des embrayages à friction; c'est l'embrayage Snyers.

Les embrayages à friction de la première catégorie (cônes de friction) ne peuvent servir que pour transmettre de faibles efforts. Ils donnent lieu, lorsqu'il s'agit de grands efforts, à une pression des collets des arbres sur les coussinets des paliers. Le plus simple de ces embrayages, consistant en deux cônes dont l'un, mobile longitudinalement, entre dans l'autre, fixe, et l'adhérence entre les deux cônes produit leur entraînement l'un par l'autre. Tandis que, dans les cônes de friction, la friction entre les surfaces s'exerce dans le sens de l'axe de transmission, pour les embrayages à friction par pression entre parties cylindriques rigides, la friction s'exerce radialement, c'est-à-dire la façon du sabot d'un frein qui se déplace normalement à une roue jusqu'à être en contact avec elle. Les embrayages de cette catégorie sont très nombreux. Les types les plus connus sont les embrayages Adnet, Barral, Dohmen-Leblanc, Edmeston, Kraft et Perkins, Kœchlin, Mather et Platt, Piat, etc.

Les embrayages à friction par enroulement reposent sur le principe suivant : si l'on attache un lien par une de ses extrémités à une pièce fixée sur l'un des arbres et qu'on enroule ce lien autour d'un tambour fixé sur l'autre arbre, la résistance de la partie à entraîner produit un serrage énergique du lien sur son tambour et l'accouplement entre les deux arbres aura lieu par l'intermédiaire de la friction du lien sur le tambour. Suivant le nombre d'enroulements du lien, on a les embrayages à plusieurs tours d'enroulement et les embrayages à un seul tour.

Les types d'embrayages à plusieurs tours les plus connus sont l'embrayage Brancher, l'embrayage Crauston, l'embrayage Farjasse et l'embrayage de Shaw et Lindsay.

Les embrayages à un seul tour les plus répandus sont l'embrayage Bonnafous et Villard, l'embrayage Julien, l'embrayage Lorenz et l'embrayage Mégy.

Poulies. — Les poulies de transmission se composent d'une jante mince ou limbe reliée à l'aide de bras à une partie centrale appelée moyen. Les bras peuvent être droits ou recourbés. Ils sont quelquefois remplacés par une partie pleine appelée toile.

Lorsque la jante de la poulie est bombée légèrement pour assurer à la courroie une position fixe, on a la poulie proprement dite. Si la jante est cylindrique, plate, sans bombement et avec une largeur telle que la courroie puisse y occuper plusieurs positions, la poulie prend

le nom de *tambour*. Dans ce cas la poulie comporte une ou plusieurs rangées de bras.

Les poulies se construisent en fonte, en fer, en acier ou en bois.

Poulies en fonte. — Les poulies en fonte peuvent être faites soit en une pièce, soit en deux parties. Dans ce dernier cas, la poulie est moulée et fondue d'un seul morceau; les deux parties sont ensuite séparées suivant les joints préparés pour que celle-ci ait lieu sur une ligne régulière; on réunit alors les deux moitiés par des boulons placés au moyeu et à la jante, quelquefois aussi le long des bras.

Les poulies en deux pièces, dont le diamètre et la largeur de jante sont trop considérables pour être séparées de cette façon, doivent être fondues en deux parties distinctes qu'on rabote avant l'assemblage.

Lorsque les poulies ont une grande largeur de jante, et que leurs dimensions doivent être établies en vue d'une grande puissance à transmettre, on les construit avec une double rangée de bras entre-toisés quelquefois par une traverse venue de fonte avec eux. On constitue de cette manière un ensemble très rigide. Les poulies dont il s'agit, et appelées poulies à double brassure, sont faites en deux pièces avec joints rabotés.

Lorsque les jantes sont de largeur moyenne et que les efforts à transmettre sont assez considérables, la forme creuse ou tubulaire donnée aux bras permet de raccorder facilement les deux parties et de donner à la fois aux poulies résistance et légèreté.

Poulies en fer ou en acier. — Les poulies en fer ou en acier se font en deux pièces. Pour les diamètres supérieurs à 0^m,50 ou 0^m,60, elles sont plus légères que les poulies en fonte. L'adhérence des courroies en cuir ou en coton sur les jantes en fer ou en acier est plus grande que sur celles en fonte.

Poulies en bois. — Les poulies en bois se sont répandues dans ces dernières années à cause de leur prix peu élevé, de leur facilité de manèment et de la grande adhérence avec la courroie. Elles présentent pourtant, lorsqu'elles sont mal construites, l'inconvénient de se disloquer facilement. Elles peuvent aussi, prétendent certains auteurs, prendre feu et amener des incendies d'usines. On les emploie généralement munies d'un manchon en bois alésé au diamètre de l'arbre.

Poulies avec jante en papier. — Ces poulies sont très légères et, parait-il, d'un fréquent usage en Amérique.

Largeur des poulies. — La jante d'une poulie doit être un peu plus large que la courroie qu'elle doit recevoir. Si l est la largeur de la courroie en centimètres, la largeur I de la jante est donnée par la formule :

$$I = \frac{9}{8} (l + 1),$$

Bombage de la jante. — La surface extérieure de la jante doit être légèrement bombée; cette disposition a pour résultat de permettre à la courroie de se maintenir d'elle-même sur la poulie sans qu'il soit nécessaire de munir celle-ci de rebords.

Le bombage a en outre l'avantage de faciliter la mise en place des courroies et de leur donner une durée plus grande.

Il ne saurait être quelconque, car, s'il était trop grand, les courroies ne s'appliqueraient pas sur toute la surface du limbe et l'entraînement s'effectuerait avec une grande perte de puissance, en même temps qu'il amènerait l'usure des courroies par suite de l'insuffisance d'adhérence.

S'il était trop petit, on perdrait une partie des avantages énumérés ci-dessus.

La forme la plus généralement adoptée pour le profil des jantes est celle d'un arc de cercle dont la flèche f est une fonction de la largeur des poulies. Pour la détermination de f , on peut employer la formule suivante :

$$f = KD \sqrt{L}$$

dans laquelle :

D représente le diamètre de la poulie en mètres ;

L représente la largeur de la poulie en mètres ;

K est un coefficient variable auquel on donne les valeurs suivantes :

1,50	pour les poulies de 1 ^m ,750 de largeur et au-dessus	
1,80	—	1 ^m ,250 à 1 ^m ,750 —
2,05	—	0 ^m ,750 à 1 ^m ,250 —
2,50	—	0 ^m ,500 —

f représente la flèche de bombage en millimètres.

Certaines maisons donnent au profil de la jante de leurs poulies d'une certaine importance un profil mixte constitué par une partie cylindrique sur le sommet du bombage et de deux faces planes raccordées de part et d'autre tangentiellement à la partie cylindrique. La largeur de la partie cylindrique est égale au $1/5^e$ de la largeur de la poulie.

Courroies. — La transformation du mouvement par courroies s'effectue suivant la loi mécanique suivante :

Les nombres de tours faits par les deux poulies actionnées sont en raison inverse de leurs rayons ou diamètres :

En d'autres termes, si : R est le rayon de l'une des poulies ;
 r , le rayon de l'autre poulie ;

N, le nombre de tours que fait la première poulie pendant un certain temps ;

n , le nombre de tours que fait la seconde poulie pendant le même temps, on a :

$$\frac{N}{n} = \frac{r}{R}$$

Application : Un arbre fait 100 tours à la minute ; il porte une poulie clavetée de 0^m,900 de diamètre ; une courroie transmet le mouvement de rotation de cet arbre à une seconde poulie de 0^m,400 de diamètre, et clavetée sur un arbre parallèle et placé à une certaine distance du premier. On demande quel sera, par minute, le nombre de tours que fera la seconde poulie.

La formule ci-dessus donne, en remplaçant les lettres par leurs valeurs :

$$\frac{100}{n} = \frac{0,400}{0,900}$$

d'où

$$n = \frac{100 \times 0,900}{0,400} = 225.$$

La seconde poulie fera donc 225 tours par minute.

Longueur des courroies. — La longueur l d'une courroie ouverte chassant 2 poulies de rayons R et r , et dont la distance des centres est égale à d , est donnée avec une approximation suffisante par la formule :

$$l = 3,14(R + r) + 2d.$$

Pour évaluer la longueur d'une courroie croisée ou d'une courroie reliant deux arbres non situés dans le même plan, il suffit d'enrouler sur les poulies, et dans les conditions de la courroie à installer, une ficelle qui, développée, donnera la longueur de la courroie.

Aux longueurs déterminées comme il vient d'être dit, il convient d'ajouter 0^m,50 à 0^m,60 pour l'épaisseur, c'est-à-dire pour la liaison des extrémités.

Ecartement des poulies menées par courroies. — La distance d'axe en axe de deux poulies pour courroie droite ou croisée ne peut être déterminée par aucune règle précise ; il faut admettre toujours que la valeur minima doit être égale au moins à deux fois le diamètre de la plus grande poulie ; mais, si cette distance peut même être réduite dans certains cas, il y a lieu de l'augmenter d'autant plus que le rapport entre les diamètres des deux poulies est grand. A un autre point de vue, il ne paraît pas qu'on puisse transmettre un travail dans de bonnes conditions lorsque le rapport des diamètres entre la grande et la petite poulie est supérieur à 7.

La maison Piat et ses fils a cependant fait des installations élec-

triques spéciales dans lesquelles ce rapport est égal à 8.2 et même 10, mais c'est un maximum qu'il ne faut atteindre que dans les cas de force majeure et seulement lorsqu'on peut se donner une très grande distance entre les deux poulies.

Il faut éviter le plus possible les courroies verticales, dont le plus léger allongement fait varier sensiblement la tension et diminue l'adhérence en même temps que l'entraînement.

Pour les courroies croisées, la distance doit être au moins égale à trois fois le diamètre de la plus grande poulie.

Lorsque les arbres ne sont pas situés dans le même plan, on conseille d'adopter une distance minimum D des arbres donné par la relation

$$D = 10 \sqrt{2R \cdot l},$$

dans laquelle R est le rayon de la poulie menante et l la largeur de la courroie.

Nature des courroies. — Les courroies se font principalement en cuir, en coton, en caoutchouc, en poils de chameau, etc.

Nous donnerons ci-après quelques indications sur les diverses variétés de courroies.

Courroie en cuir. — Quand la question du prix d'achat peut être écartée, la courroie en cuir, qui est la plus employée, est reconnue comme étant supérieure à toutes les autres. Elle est particulièrement avantageuse dans le cas où la courroie doit être poussée de temps en temps à l'aide d'une fourchette de débrayage.

Généralement, dans des conditions moyennes de travail, les courroies appuient sur la surface unie des limbes des poulies par leur côté chair (partie de la peau tournée vers la chair de l'animal); ce côté est en effet doux et souple, et les courroies seront, dans ce cas, dans de bonnes conditions de durée.

Si, au contraire, les courroies doivent fournir un travail considérable, il est préférable de mettre le côté fleur (partie externe de la peau de l'animal) en contact avec les limbes des poulies; ce côté de la peau est, en effet, plus résistant que l'autre vers lequel se trouvent les tendons et les veines, de sorte que, lorsque le glissement de la courroie s'opère, il se produit dans le premier cas une sorte de meulage, brûlant ces tendons, coupant les petites fibres; en un mot la courroie se fendille et se détériore rapidement.

L'épaisseur des courroies en cuir, correspondant à celle de la peau employée, est de 5 à 6 millimètres; toute courroie qui n'a que cette épaisseur est dite simple. Pour transmettre de grands efforts, on substitue à cette courroie simple des courroies doubles ou triples, constituées par la superposition de deux ou trois courroies ordinaires cousues ou collées, quelquefois les deux, ou rivées ensemble.

En général, ces courroies s'appliquent mal sur le limbe de leurs

poulies; leur marche est défectueuse, car ces bandes, étant inégalement distantes de l'axe des poulies, ne s'allongent pas régulièrement et, partant, ne travaillent pas dans les mêmes conditions.

Depuis quelques années, on construit les fortes courroies dites « Homogènes », formées de lamelles de cuir placées verticalement, accolées les unes aux autres, et réunies entre elles par des contours transversaux et intérieurs en corde ou en lanière.

On peut facilement donner à ces courroies une épaisseur de 18 à 25 millimètres et arriver ainsi à leur faire transmettre des efforts considérables; elles se font aux plus grandes largeurs.

D'autres fois on obtient de bons résultats en employant des courroies dites « à talon », dans lesquelles le cuir simple est renforcé sur ses bords par des bandes de quelques centimètres, dont la résistance vient augmenter celle du cuir simple sans nuire à la souplesse de la courroie.

Il existe aussi des courroies dites « articulées à axes flexibles », qui sont basées sur le principe des chaînes de Galle, et constituées par des morceaux de cuir ou maillons disposés en quinconce, et placés sur champ; ces maillons sont assemblés en formant charnière par des broches rigides à têtes rivées ou vissées, et le plus généralement en fil d'acier; leur flexibilité permet ainsi aux courroies d'épouser le bombage des poulies.

Un nouveau procédé de tannage dit au chrome donne au cuir une très grande résistance à la traction sans en altérer la souplesse. Les courroies faites avec ce cuir et appelées courroies en cuir chromé n'ont pas d'allongement appréciable; elles sont à recommander pour les courroies courtes et celles qui sont verticales ou très inclinées.

Nous signalerons aussi les courroies-chaînes en cuir armé, système Magaldi, qui présentent une grande adhérence et une résistance à la traction assez élevée. Ces courroies sont constituées, pour les largeurs ne dépassant pas 90 millimètres, par deux éléments formés chacun de bandes en cuir chromé posées de champ et maintenues de place en place par des entretoises en fer, qui laissent un jour dans l'axe de la courroie. Pour les courroies supérieures à 90 millimètres, on emploie 3 et même 4 bandes.

Voici le prix moyen de 1 mètre de longueur des courroies en cuir :

24,30	pour une courroie de	25 millimètres de large	—
42 ^l ,25	—	100	—
25 ^l ,00	—	200	—
63 ^l ,00	—	550	—
126 ^l ,00	—	1.000	—

Ces prix étant assez élevés, l'industrie a cherché à utiliser les courroies suivantes, qui sont moins chères.

Courroies en coton, — Ce sont les plus répandues des courroies à

fibres textiles ; elles sont fabriquées avec du tissu de coton replié sur lui-même, puis cousu ou collé ; on les trempe ensuite dans un bain chaud d'huile de lin, très siccative, qui se durcit en absorbant l'oxygène de l'air ; on accélère généralement cette oxydation en ajoutant à l'huile du minium, de la litharge et des sels de manganèse, donnant ainsi à ces courroies une teinte rougeâtre. Elles sont ensuite pressées et tendues.

Ces courroies résistent un peu mieux à l'humidité que celles en cuir, on devra éviter de les croiser ou de les soumettre à l'action fréquente des débrayages, sous peine d'en abîmer fortement les bords.

Courroies en caoutchouc. — Les courroies en caoutchouc vulcanisé ont beaucoup d'adhérence et peuvent avoir des largeurs et des épaisseurs aussi grandes qu'on le veut ; elles sont surtout employées pour la commande des dynamos.

Elles résistent à l'humidité et aux acides. Aussi les emploie-t-on de préférence dans les locaux humides et là où il règne des vapeurs acides. Il faut soigneusement éviter toutefois de les mettre en contact avec l'huile, qui les dissout rapidement.

Courroies en tissus « Balata ». — Elles sont composées de plusieurs plis entremêlés d'une toile très forte et recouverts d'une solution de « balata », matière analogue à la gutta-percha.

Ce genre de courroies résiste très bien à l'humidité et à l'action des vapeurs : teintureriers, apprêts, etc. ; elles peuvent fonctionner aussi bien croisées que droites, et supportent jusqu'à un certain point l'action des fourches des débrayages, qui ne les effilochent que très peu sur leurs bords.

Courroies en poils de chameau ou de buffle. — Elles sont composées de fibres animales et végétales ; la chaîne (fils tendus sur les deux rouleaux d'un métier et entre lesquels passe la trame) est constituée par des tresses de poils, et la trame (fil passé conduit par une navette entre les fils de la chaîne) par le coton.

Dans les courroies en poils de buffle, les chaînes sont généralement moins longues que celles en poils de chameau ; quoi qu'il en soit, ces deux genres de courroies sont souples et élastiques, et elles résistent fort bien à l'humidité ainsi qu'à une grande chaleur ; elles trouvent surtout leur application dans les transmissions exposées aux vapeurs acides ou alcalines : teintureriers, savonneries, etc.

Ces courroies sont presque toujours recouvertes d'une couche de minium.

Calcul des courroies. — En appelant :

S, la section de la courroie en mètres carrés ;

N, la force à transmettre exprimée en chevaux-vapeur ;

D, le diamètre de l'une des poulies en millimètres ;

et T, son nombre de tours correspondant,

on peut adopter pour calculer S , lorsque la vitesse des courroies n'atteint pas 15 mètres par seconde, la formule :

$$(1) \quad S = \frac{0,01N}{D \times T}$$

Lorsque les courroies ont des vitesses supérieures à 15 mètres par seconde, on peut employer la formule suivante, laquelle tient compte de l'effort supplémentaire de la force centrifuge, qui tend à séparer les courroies de leurs poulies :

$$(2) \quad S = \frac{3100}{R - \frac{D^2 T^2}{3}} \times \frac{N}{DT}$$

où R est la charge maxima que la courroie peut supporter pratiquement par unité de section, c'est-à-dire ici par mètre carré.

Pour le cuir, R varie entre	300.000 et 400.000	kilogrammes
Pour le coton	250.000 et 300.000	—
Pour le caoutchouc	300.000 et 400.000	—

Application. — Une poulie de 1^m,500 de diamètre doit transmettre, avec une puissance de 12 chevaux-vapeur et à la vitesse de 150 tours à la minute, son mouvement à une poulie de même diamètre que la première et placée sur un arbre parallèle au premier, par une courroie ouverte en cuir simple.

On demande de calculer la largeur de la courroie à employer, en admettant que cette courroie ait une épaisseur de 5 millimètres.

La vitesse de la courroie par seconde étant de :

$$\frac{3,14 \times 1,500 \times 150}{60} = 11^m,775,$$

nous appliquerons la formule (1), qui nous donnera pour la section de la courroie S en mètres carrés :

$$S = \frac{0,01 \times 12}{1,500 \times 150} = 0^m2,0005.$$

En admettant l'épaisseur habituelle de 5 millimètres, la largeur de la courroie sera de 100 millimètres.

Pour éviter ces calculs, il a été établi des tableaux à double entrée donnant, à simple lecture, les dimensions des courroies en fonction du nombre de chevaux-vapeur transmis pour une certaine vitesse par seconde de la courroie.

Tableau des dimensions des courroies.

LARGEUR de la courroie en millim.	ÉPAISSEUR en millimètres	POIDS du mètre courant	EFFORT pratique transmis	NOMBRE DE CHEVAUX TRANSMIS POUR UNE VITESSE EN MÈTRES PAR SECONDE DE LA COURROIE ÉGALE A :																				
				7 ^m	8 ^m	10 ^m	12 ^m	14 ^m	16 ^m	18 ^m	20 ^m	22 ^m	24 ^m	26 ^m	28 ^m	30 ^m								
			kil.																					
50	5	0,28	25	2,3	2,7	3,3	4	4,7	5,3	6	6,7	7,3	8	8,7	9,3	10								
60	5	0,34	30	2,8	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8	8,8	9,6	10,4	11,2	12								
70	5	0,38	43	4	4,6	5,7	6,9	8	9,2	10,3	11,5	12,6	13,8	14,9	16	17,2								
80	5	0,48	50	4,7	5,3	6,7	8	9,3	10,7	12	13,3	14,7	16	17,3	18,7	20								
90	5	0,55	56	5,2	6	7,5	9	10,4	11,9	13,4	14,9	16,4	17,9	19,4	20,9	22,4								
100	6	0,62	75	7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30								
110	6	0,68	82	7,6	8,7	10,9	13,1	15,3	17,5	19,7	21,9	24	26,2	28,4	30,6	32,8								
120	6	0,75	90	8,4	9,6	12	14,4	16,8	19,2	21,6	24	26,4	28,8	31,2	33,6	36								
130	6	0,85	97	9	10,3	12,9	15,5	18,1	20,7	23,3	25,9	28,4	31	33,6	36,2	38,8								
140	7	0,92	122	11,4	13	16,3	19,5	22,8	26	29,3	32,5	35,8	39	42,3	45,5	48,8								
160	7	1,18	140	13,1	14,9	18,7	22,4	26,1	29,9	33,6	37,3	41,1	44,8	48,5	52	56								
180	7	1,30	157	14,6	16,7	20,9	25,1	29,3	33,5	37,7	41,9	46	50,2	54,4	59	63,8								
200	7	1,52	175	16,3	18,7	23,3	28	32,7	37,3	42	46,7	51	56	61	65,3	70								
250	7	1,65	220	20,5	23,5	29,3	35,2	41,1	46,9	53	59	64	70	76	82	88								
300	8	2,38	300	28	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120								
400	8	3,10	400	37,3	42,7	53	64	75	85	96	107	117	128	139	149	160								
500	8	3,80	500	46,7	53	67	80	93	107	120	133	147	160	173	187	200								
600	8	4,55	600	56	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240								

Nous donnons ci-contre le tableau extrait du catalogue général de la maison Piat. On y trouvera, pour les dimensions de courroies depuis 50 millimètres jusqu'à 600 millimètres de largeur, le poids du mètre courant de ces pièces, l'effort tangentiel pratique qu'elles peuvent transmettre et le travail en chevaux correspondant, depuis 7 mètres jusqu'à 30 mètres de vitesse par seconde.

§ 3. — Transmissions funiculaires ou par câbles.

Lorsque deux arbres de transmission sont distants de plus de 10 mètres, l'emploi d'une courroie n'est plus pratique ni économique; son installation devient compliquée; il faut la soutenir ou la guider sur la longueur, et son rendement n'est pas favorable; enfin, son prix est relativement élevé. Les câbles se prêtent, au contraire, admirablement à ce genre de transmission et fournissent une solution rationnelle du problème à résoudre. Ils fonctionnent, du reste, à la façon des courroies.

Les câbles employés pour les transmissions sont de trois sortes ayant chacune leur application particulière bien définie. Ce sont :

1° Les câbles métalliques, qui conviennent pour les grandes puissances et les longues distances, en un mot pour les transmissions téléodynamiques, non abritées

2° Les câbles en chanvre, seuls ou accouplés, qui sont appliqués pour les transmissions dont la distance n'excède pas 20 à 25 mètres; ils conviennent surtout lorsqu'ils sont accouplés, pour la commande des moteurs puissants, et remplacent les courroies, dont nous venons de dire les inconvénients;

3° Enfin, les câbles en cuir, de création récente, pouvant être installés partout où s'appliquent les câbles de chanvre et qui, dans beaucoup de cas, conviennent mieux que les câbles métalliques; comme ces derniers, ils résistent aux intempéries.

On emploie aussi des câbles en coton pour transmettre de petits efforts, notamment pour les grues, les ponts roulants et les outils légers devant être souvent déplacés; ils sont d'un très bon usage à cause de leur grande souplesse, qui leur permet de s'enrouler sur des poulies de petit diamètre. Leur installation est généralisée dans certains ateliers, surtout pour la commande des perceuses et taraudeuses mobiles.

Nous allons donner quelques indications sur chacun de ces genres de câbles et sur les applications les plus intéressantes dont ils sont susceptibles.

Transmissions par câbles métalliques. — Les transmissions par câbles métalliques sont entrées dans la pratique courante des

installations industrielles à la suite des recherches et des belles expériences faites par M. Hirn, en 1850, à l'usine de Logelbach (Alsace).

La théorie en a été établie de la manière la plus complète par M. Léauté, membre de l'Institut.

Les câbles métalliques sont avantageusement employés pour transmettre le mouvement à des arbres très éloignés, et il existe des installations où cette distance atteint 1.000 mètres et plus. Le rendement mécanique de ces transmissions est certainement plus élevé que celui résultant de n'importe quel autre mode de transport de force; aussi se sont-elles répandues très rapidement, et, si leur essor a diminué depuis quelques années, par suite de l'emploi de l'électricité comme agent propagateur d'énergie, il n'en est pas moins établi que les câbles métalliques restent une solution mécanique aussi élégante que sûre de la transmission du travail à grande distance, et que, dans la plupart des cas, elle reste la plus économique.

Une transmission téléodynamique avec câbles est composée essentiellement de deux poulies, dont l'une est motrice et sur lesquelles s'enroule un câble métallique de composition particulière. Les poulies portant à cet effet, au lieu d'une jante ordinaire, une gorge creusée en forme de cône de bois ou de gutta-percha, on a adopté le cuir d'une manière générale, tant à cause de la facilité d'approvisionnement et de préparation qu'il présente que de la grande adhérence qu'il offre au câble sur la poulie qu'il garnit.

Les câbles métalliques sont composés de fils d'acier ou de fer de Suède à grande résistance; ils reposent sur le cuir du fond de la gorge des poulies; leur poids et la tension qu'on leur donne au montage produisent l'effort d'entraînement de la transmission.

Les poulies sont généralement en fonte; on les fait quelquefois en fer, à moins qu'on n'adopte une solution mixte, c'est-à-dire une jante en fer montée sur centre en fonte. Comme elles tournent toujours à très grande vitesse, elles doivent être parfaitement équilibrées.

Les câbles métalliques ont la composition ordinaire, c'est-à-dire qu'ils sont formés de fils réunis en torons, et ces torons sont eux-mêmes réunis entre eux. Pour augmenter leur flexibilité, ils sont munis d'une âme en chanvre pour éviter, de plus, le frottement des torons les uns contre les autres.

Les câbles doivent toujours avoir une grande vitesse de translation; elle doit cependant être établie convenablement suivant la distance qu'ils ont à franchir; la plus convenable est celle de 25 à 30 mètres par seconde; on ne peut guère dépasser cette dernière avec des poulies en fonte sans courir, en même temps, le risque d'atteindre la limite de résistance de ce métal.

Les poulies sont généralement montées sur des pylônes métalliques ou en maçonnerie; lorsque la distance entre les deux poulies extrêmes est inférieure à 80 ou 100 mètres, il n'est pas nécessaire d'avoir de sup-

ports intermédiaires, à moins qu'ils soient imposés par d'autres considérations que celle du fonctionnement de la transmission. Au-dessus de cette longueur, il convient d'en établir ou de monter des relais, c'est-à-dire une nouvelle poulie motrice à côté de la réceptrice avec un nouveau câble pour franchir la travée suivante. Cette disposition offre l'avantage d'équilibrer à peu près les tractions sur les supports; mais elle pourrait conduire à l'emploi de câbles de diamètres différents, s'il n'était préférable d'uniformiser ceux-ci pour la facilité des rechanges.

Il faut toujours, à moins d'impossibilité absolue, choisir comme sens de rotation des poulies celui qui met en dessous le brin moteur ou tirant du câble, parce qu'alors, la flèche prise par celui-ci étant plus faible, l'espace disponible sans lui devient plus grand. De plus, en marche, l'arc embrassé sur les poulies par le câble est augmenté, par suite de la différence qui se produit dans la tension des deux brins, et l'entraînement se trouve favorisé de ce chef.

Les flèches données aux câbles dans les transmissions de ce genre ont une influence considérable sur une bonne marche.

Les études faites par la maison Piat sur les transmissions existantes marchant bien, lui ont fait reconnaître que, pour une portée de 80 à 100 mètres environ, la flèche du brin conducteur peut facilement atteindre au montage $1/50$ de cette portée; tandis que, pour 30 mètres, elle peut atteindre $1/20$.

On se rend très bien compte que, par suite des conditions auxquelles doit satisfaire le câble, il existe une distance minima à franchir au-dessous de laquelle l'installation ne devient plus pratique. La variation de longueur, due aux changements, influe considérablement sur la tension, et comme on ne peut, dans ce cas, donner au câble une flèche suffisante pour y obvier, on peut conclure qu'au-dessous de 25 à 30 mètres l'emploi du câble métallique n'est pas convenable. De plus, pour les petites distances, sa vitesse de translation ne peut pas être grande, si on veut lui éviter des inflexions trop souvent répétées qui le fatiguent rapidement, altèrent sa résistance et le font s'échauffer après une marche de courte durée; cet échauffement lui donne, en outre, des mouvements désordonnés d'oscillation si grands qu'il faudrait tendre le câble d'une façon excessive, ce qui est inadmissible.

Préservation des câbles métalliques. — Pour entretenir toujours en bon état les câbles métalliques, il faut avoir soin de les enduire avec un mélange d'huile et de goudron. Lorsqu'un câble fonette à la suite de son allongement sous l'influence atmosphérique, on obtient souvent un très bon résultat en l'arrosant avec un mince filet d'eau qui coule légèrement et constamment sur le câble; cette eau absorbe rapidement la chaleur développée et, la température du câble étant ramenée à une valeur convenable, les oscillations cessent aussitôt.

D'autres procédés de préservation des câbles métalliques ont été indiqués par M. Charles Barbat. Ce sont les suivants :

1° Mélanger de l'huile de lin avec du goudron végétal et l'appliquer sur le câble; ce mélange fournit une couche protectrice très efficace ;

2° Mélanger 60 0/0 de suif, 30 0/0 d'huile et 10 0/0 de colophane et appliquer le mélange sur le câble ;

3° Faire bouillir un mélange de graphite pulvérisé et de suif et appliquer sur le câble, au moyen d'une brosse, le mélange lorsqu'il a pris la consistance du beurre, ou bien faire passer le câble dans un vase en forme de corne rempli de ce mélange. L'opération doit être répétée environ toutes les quatre semaines.

Ce procédé préserve les câbles de la rouille et empêche leur usure par leur mise en contact avec des corps durs. Ce mélange facilite, en outre, le déplacement des fils les uns par rapport aux autres, car il pénètre dans les moindres interstices et augmente ainsi la flexibilité des câbles.

Les câbles en métal doivent être roulés à terre en cercles d'aussi grand diamètre que possible.

Les câbles galvanisés ne doivent pas être employés pour les transmissions, car la couche de zinc disparaît rapidement et les fils de fer se rouillent.

Dans les transmissions par câbles, il faut avoir le plus grand soin des poulies; les gorges doivent être toujours très propres.

Une transmission téléodynamique de grande longueur peut être établie suivant une ligne courbe ou brisée, en faisant passer le câble sur des poulies inclinées sur leurs arbres et convenablement placées les unes par rapport aux autres. Le câble métallique peut aussi être employé pour relier deux poulies placées à des niveaux différents; dans ce cas, la transmission est dite inclinée.

Il faut éviter d'employer des tendeurs à rouleaux ou autres pour les câbles métalliques de transmissions, quoique, bien souvent, on puisse penser qu'ils pourraient améliorer la marche défectueuse d'une transmission. Celle-ci doit absolument bien fonctionner sans leur secours et, si elle laisse à désirer, c'est qu'elle comporte des défauts d'établissement dans quelque-une de ses parties. Les renvois multiples avec poulies horizontales ou verticales pour effectuer des changements de sens dans la direction du câble doivent également être évités le plus possible, comme une complication ayant moins d'avantages que d'inconvénients.

La transmission par câble métallique, réellement pratique, est la seule qui, dans beaucoup de cas, puisse rivaliser à tous les points de vue avec l'électricité. Aussi a-t-on cherché, depuis quelques années, à étendre ses applications; à cet effet, on a constitué la commande par un même câble des transmissions placées aux différents points

où doit s'opérer la distribution de la force. Celui-ci, prenant la source de puissance sur une poulie unique, s'enroule alors sur une partie de la circonférence de chacune des poulies maîtresses placées en tête de chaque ligne d'arbres. Cette disposition, appelée « transmission cyclique » par Reuleaux, est une solution très simple et très élégante de la transmission du mouvement moteur pris à une station centrale. Elle a un très bon rendement mécanique, mais on peut lui faire le reproche grave que tout arrêt causé par la rupture du câble entraîne celui de tous ceux qui le suivent, reproche d'autant plus fondé que, par suite des incurvations différentes qu'il peut être appelé à prendre sur toutes les poulies, il fatigue beaucoup. Il y a donc lieu de se préoccuper sérieusement de cette considération avant de procéder à l'établissement d'une transmission cyclique avec câbles métalliques.

Il peut arriver que, dans certaines circonstances, il soit impossible, par suite de la trop faible vitesse qu'on est obligé de donner à un câble, de lui faire transmettre un travail donné. Dans ce cas, il faut en employer deux, placés côte à côte, et leur donner un écartement suffisant pour les empêcher de frotter l'un contre l'autre. Cette disposition ne doit être employée que lorsqu'il est impossible de faire autrement; elle n'est pas économique, et il n'est pas prudent d'admettre que le travail des deux câbles est absolument le même, parce qu'il se produit des pertes par le glissement différent des deux câbles.

Un câble métallique bien installé ne doit pas avoir un glissement supérieur à 1 et 1/2 0/0.

Les poulies pour câbles métalliques doivent être garnies de cuir et être équilibrées avec le plus grand soin. Ces poulies sont pourvues, suivant le cas, de une ou deux gorges.

Ces gorges doivent être toujours assez larges pour y laisser circuler librement l'agrafe de jonction des deux extrémités du câble.

Ces câbles sont composés, soit avec des fils d'acier fondus au creuset, soit avec des fils en fer de Suède; les premiers sont plus résistants, mais les autres peuvent présenter un peu plus de souplesse.

Le diamètre de la poulie sur laquelle s'enroule un câble métallique de transmission ne doit jamais être inférieur à 80 ou 100 fois celui du câble, si on veut que sa résistance à l'incurvation ne fatigue pas outre mesure le métal dont sont faits les fils qui le composent.

Transmissions par câbles en chanvre ou cordes. — Les transmissions par câbles en chanvre ou cordes sont très usitées et, en fait, elles font un très bon service; c'est surtout dans les transmissions de grande puissance que leur emploi est apprécié à cause de la facilité qu'on a d'en monter plusieurs sur la même poulie.

Leur établissement est toujours d'un prix beaucoup moins élevé que celui d'une courroie qui, par exemple, pour les machines de 1.500 à 1.800 chevaux, employées couramment dans les filatures,

devrait avoir une si grande largeur qu'elle serait d'une fabrication difficile et d'un prix très élevé. Les câbles accouplés et placés côte à côte présentent, dans ce cas, de sérieux avantages et une grande facilité de remplacement. Enfin, comme à l'inverse des câbles métalliques, ils coïncent dans les gorges des poulies; la tension qu'il est nécessaire de leur donner pour produire l'entraînement est moindre que celle nécessitée par une courroie de section correspondante pour transmettre le même travail. A un autre point de vue, la distance à donner aux arbres de deux poulies sur lesquelles s'enroule un câble en chanvre est beaucoup moindre que pour les câbles métalliques, et elle peut, au contraire, être prise beaucoup plus grande que celle qui conviendrait pratiquement à une courroie. Par conséquent, dans beaucoup de cas, l'emploi d'un câble en chanvre est non seulement préférable à celui de la courroie, mais il est encore la seule solution mécanique qui convienne pour satisfaire à certaines conditions de transmission de mouvement.

Les poulies qu'on emploie pour les câbles en chanvre sont différentes de celles faites pour les câbles métalliques; la gorge qui les reçoit est en fonte tournée, sans garniture d'aucune espèce; sa forme est semi-angulaire, c'est-à-dire qu'elle est formée de deux parois verticales se terminant par deux plans inclinés raccordés par un arrondi ou un fond plat.

Le câble placé dans la gorge coïncé entre les deux plans, et l'adhérence ainsi produite détermine l'entraînement. La maison Fiat a adopté, pour les gorges de ses poulies pour câbles, une forme courbe spéciale qui a l'avantage de fournir entre le câble et la gorge un contact d'un ordre plus élevé qu'avec les pans droits et qui fait que le câble a moins de tendance à tourner et à se dérouler.

Toutes les poulies qui ont un grand diamètre et un grand nombre de gorges sont faites avec une double rangée de bras qui, dans certains cas, sont entretoisés par des traverses venues de fonte au milieu de leur longueur.

Les poulies peuvent être faites en une ou deux pièces à volonté; ces dernières sont fondues généralement en un seul morceau et séparées ensuite sur la machine spéciale, dont nous avons déjà parlé à propos des poulies pour courroies, et assemblées avec des boulons; les joints sont aussi réguliers et aussi nets que s'ils avaient été fraisés.

Les câbles sont faits le plus souvent en chanvre de Manille; ils sont à la fois souples et très résistants. La jonction des deux extrémités se fait au moyen d'une épissure qui doit toujours être exécutée par une main experte pour que le diamètre du câble ne subisse, de ce fait, aucune surépaisseur dont le passage sur les gorges produirait des chocs nuisibles et un inutile surcroît de tension.

Le coefficient de travail à la traction, compté d'après l'effort tangentiel correspondant au travail à transmettre, ne doit pas dépasser

0^z,08 par millimètre carré de la section du câble. Il faut également tenir compte que l'épissure diminue d'environ 1/5 la résistance correspondant à la section brute. Le diamètre au contact sur la gorge de la poulie ne doit pas être inférieur à 50 fois celui du câble. Enfin, on emploie rarement des câbles ayant plus de 45 millimètres de diamètre et jamais au-dessus de 50 millimètres. Les vitesses linéaires qui conviennent le mieux sont celles comprises entre 22 et 30 mètres; la plus couramment adoptée est celle de 25 mètres par seconde; mais on rencontre encore beaucoup d'installations dans lesquelles la vitesse est de 15 à 20 mètres par seconde.

On fabrique depuis peu des câbles en chanvre de section carrée, qui auraient le grand avantage d'avoir un contact avec les gorges des poulies sur une surface nettement caractérisée, ce qui les empêche de tourner et de se tordre; ils sont, paraît-il, presque inextensibles. Ces conditions d'établissement étant réalisées, l'emploi de ces câbles présenterait une supériorité marquée et, sous une même épaisseur, ils seraient beaucoup plus résistants que les câbles ronds; mais l'expérience n'a pas encore complètement prononcé en leur faveur. Les profils des gorges des poulies pour les câbles ronds s'appliquent également aux câbles carrés.

Le glissement des câbles en chanvre ne doit jamais dépasser 1 1/2 à 2 0/0.

Les transmissions par câbles en chanvre sont à recommander dans un très grand nombre de cas; mais il faut tenir compte qu'ils ne peuvent résister aux intempéries et il faut les prescrire chaque fois qu'ils ont à franchir un espace libre non abrité. Il faut également éviter presque complètement les câbles croisés.

La transmission cyclique appliquée aux différents étages d'une usine, telle qu'une filature ou un moulin, par exemple, est également une bonne utilisation des câbles en chanvre. Elle présente les mêmes avantages et les mêmes inconvénients que ceux que nous avons signalés pour les câbles métalliques.

Câbles en cuir. — Il nous est venu d'Espagne, depuis quatre ou cinq ans, une fabrication très intéressante de câbles composés de lanières de cuir toronnées à la méthode ordinaire.

Ils sont naturellement très solides, et, comme ils peuvent recevoir une préparation spéciale leur permettant de ne pas s'altérer à l'air libre, ils travaillent parfaitement aux intempéries. Ils sont, de ce fait, incontestablement supérieurs aux câbles en chanvre, et, pour les courtes distances qui ne permettent pas, ainsi qu'il a été dit, l'application des câbles métalliques, ils satisfont complètement à toutes les conditions d'un bon fonctionnement.

La jonction des deux extrémités du câble en cuir sans fin se fait par une épissure qui, plus encore que pour les câbles en chanvre, doit être faite par un professionnel.

Avant de les mettre en place, on doit les monter sur un tendeur ou les tirer avec un palan en les laissant tendus pendant un ou deux jours, bien qu'ils aient déjà subi cette opération avant leur expédition.

Sans cette précaution indispensable, on court le risque de ne pouvoir les passer sur les poulies.

Ils s'enroulent sur des poulies semblables à celles employées pour les câbles en chaovre et supportent à la traction des efforts beaucoup plus considérables; il s'ensuit qu'ils peuvent leur être substitués très avantageusement dans beaucoup de cas.

§ 4. — Transmissions par engrenages.

La forme géométrique des engrenages dépend de la position des axes des arbres sur lesquels ils sont montés pour obtenir la transmission de mouvement. On peut considérer deux cas principaux, suivant que les axes sont situés dans le même plan ou dans deux plans différents, quelle que soit du reste leur position relative. Chacun de ces cas se subdivise en plusieurs autres.

Le tableau ci-après indique, pour chacun d'eux, les différents types d'engrenages qui peuvent être employés :

1° Les axes sont situés dans le même plan et sont :

Parallèles ...	{	Engrenages cylindriques à denture droite extérieure ou intérieure.
		Engrenages cylindriques à denture hélicoïde simple.
		Engrenages cylindriques à denture hélicoïde double à chevrons.
Concourants et se cou- pant.	{	à angle droit. { Engrenages coniques ou d'angle à denture droite.
		{ Engrenages coniques ou d'angle à denture hélicoïde.
		Sous un angle quelconque { Les mêmes que ci-dessus, que nous appellerons : engrenages en « fausse coupe ».

2° Les axes sont situés dans deux plans différents et sont inclinés :

A angle droit.	{	Engrenages cylindriques à denture droite hélicoïde.
		Engrenages d'une roue à denture droite ou creuse hélicoïde avec une vis sans fin droite ou globique.
Sous un angle quelconque	{	Engrenages d'angle à denture inclinée hyperboloïdes.
		Les mêmes que ci-dessus désignés sous le nom d'engrenages hyperboloïdes en « fausse coupe ».

Le problème de la transmission de mouvement par engrenages droits est le suivant : étant donnés deux arbres parallèles dont la distance est A et dont les nombres de tours pendant le même temps doivent être N et n , faire le tracé du couple d'engrenages permettant d'effectuer cette transmission de mouvement.

On sait que, dans une transmission par engrenages cylindriques, les nombres des tours des deux arbres sont inversement proportionnels aux diamètres et aux nombres de dents de la roue et du pignon.

En appelant D le diamètre du cercle primitif de la roue et d le diamètre du cercle primitif du pignon, on a :

$$\frac{D + d}{2} = A,$$

et

$$\frac{D}{d} = \frac{n}{N},$$

d'où l'on déduit

$$D = \frac{2An}{N + n} \qquad d = \frac{2AN}{N + n}.$$

Application. — Si la distance des centres est égale à 250 millimètres et que le pignon fasse 360 tours par minute pendant que la roue en fera 120, on trouve, en faisant dans les formules précédentes :

$$\begin{array}{rcl} A = 250 & n = 180 & N = 60 \\ D = 375 \text{ millimètres} & & \\ d = 125 & & \end{array}$$

Supposons maintenant que l'on donne à la roue 60 dents, il faudra donner au pignon, dont la circonférence est le $\frac{1}{3}$ de la circonférence de la roue, un nombre de dents trois fois moindre, c'est-à-dire 20.

Pour avoir le pas de l'engrenage, c'est-à-dire la distance de deux dents consécutives menées de milieu en milieu (ou encore la somme de l'épaisseur d'un plein et d'un creux), il suffit de diviser la longueur de la circonférence primitive de la roue ou du pignon par le nombre respectif de leurs dents.

En faisant le calcul pour le pignon, il vient, pour le pas de l'engrenage :

$$\frac{3,14 \times 125}{20} = 19^{\text{mm}},625.$$

On détermine le plein et le creux en divisant la valeur du pas en deux parties telles que le creux ait environ $\frac{1}{20}$ du pas de plus que l'autre. Ainsi, avec le pas de $19^{\text{mm}},625$, le jeu, c'est-à-dire la différence entre l'épaisseur du plein et celle du creux, sera d'environ 1 millimètre, de sorte que la dent aura :

$$\frac{19,625 - 1}{2} = 9,3125, \quad \text{et le creux} = 19,625 - 9,3125 = 10,3125.$$

Cette valeur de $\frac{1}{20}$ peut descendre à $\frac{1}{40}$, selon le degré de perfection apporté au travail.

La saillie des dents sur l'anneau ne doit jamais dépasser 1,5 de la dent prise sur la circonférence du cercle primitif. Ici on a donc comme hauteur $9,3125 \times 1,5 = 13^{\text{mm}},96$.

La répartition de la hauteur de la dent au-dessus et au-dessous du cercle primitif se fait, d'après M. Barbat, de la façon suivante :

La hauteur au-dessus du contact est égale aux $43/100$, comme règle générale, de la hauteur totale, soit :

$$13,96 \times 0,43 = 6 \text{ millimètres environ.}$$

La largeur des dents parallèlement à l'axe de la roue doit être de quatre fois l'épaisseur mesurée sur la circonférence primitive pour une moyenne vitesse, et cinq à six fois pour une vitesse dépassant $1^{\text{m}},50$ en une seconde à la circonférence du cercle primitif, ce qui donne ici, en supposant une vitesse de 1 mètre à la seconde :

$$9,3125 \times 4 = 37,25.$$

L'épaisseur à donner à la jante doit être pour le moins de $2/10$ en plus que celle de la dent au contact, soit ici $9,312 \times 1,2 = 11,174$, c'est-à-dire, en chiffre rond, $11^{\text{mm}},2$.

Pour le bien de la jante, celle-ci doit toujours être renforcée par une nervure placée au milieu, dont la saillie sera au moins égale à l'épaisseur de la jante.

Le nombre des bras pour les petites roues est ordinairement de 4, pour les moyennes de 6 et pour les grandes 8 ou 10, qu'il est toujours bon de renforcer par des nervures, une de chaque côté du bras pour les roues ordinaires et d'un seul côté pour les roues d'angle. Dans tous les cas, la nervure aura près du moyeu ou de l'axe une plus grande largeur que près de la jante.

La longueur du moyeu doit être égale environ à l'épaisseur de l'anneau, dans le sens de la longueur des dents, augmentée des $6/100$ du rayon primitif, soit $37,25 + 11,25 = 48,50$. Le diamètre du moyeu doit être égal à deux fois celui de l'arbre qui doit le recevoir.

Dans la transmission par engrenages cylindriques, il arrive assez souvent qu'on emploie des roues à dents de bois. Le pignon est toujours entièrement en fonte.

Pour les roues à dents de bois, la largeur de l'anneau où elles sont encastrées doit être égale à celle des dents, augmentée de part et d'autre de la dent d'une quantité égale aux $2/3$ de son épaisseur à la circonférence primitive.

L'extrémité de la queue des dents, c'est-à-dire la partie qui commence à s'engager dans l'anneau, doit avoir, de part et d'autre, 2 à 3 millimètres de moins dans le sens de la circonférence, et 4 ou 5 de moins dans le sens de l'axe, de sorte qu'en chassant la dent avec force

elle vient s'appuyer contre la surface extérieure de l'anneau par des épaulements.

La partie qui forme saillie à l'intérieur de l'anneau peut être taillée à queue d'aronde.

§ 5. — Transmission par flexible.

Dans les ateliers de construction mécanique et de chaudronnerie, il était nécessaire d'éviter le déplacement et la manutention des grosses pièces à travailler.

On y est parvenu au moyen de la transmission par « flexible », dont la légèreté et la simplicité d'installation, même dans les situations les plus difficiles, permettent le travail de la pièce sans la déranger, puisque c'est l'outil qui va la trouver.

Les flexibles dont on se sert habituellement en France (système Foureau) se composent de deux ressorts à boudin enroulés en sens inverse autour d'un même axe et enfermés dans une enveloppe de caoutchouc. Les extrémités en sont organisées de façon à recevoir, d'une part, le mouvement d'une poulie motrice, et à pouvoir agir, d'autre part, sur l'arbre d'une machine-outil ou même directement sur un outil.

Le mouvement de rotation se transmet d'une extrémité à l'autre, malgré la déformation des ressorts, et l'enveloppe de caoutchouc permet de saisir l'appareil pour le déplacer suivant les besoins.

En Amérique, on emploie des flexibles formés d'une suite de petits maillons, de chaînes ou de joints à la Cardan, reliés ensemble par des axes, ou bien encore de tubes rentrant les uns dans les autres.

Les flexibles peuvent encore être actionnés soit au moyen d'une poulie à gorge par corde sans fin, soit directement par un moteur électrique (cas employé dans les ateliers et les chantiers possédant l'énergie électrique), soit encore par l'air comprimé ou l'eau sous pression (moteurs Brotherhood). Dans ces conditions, il est facile de les utiliser à de très grandes distances du générateur de la force.

Les flexibles sont employés : au perçage, à l'alésage, au taraudage, moulage des métaux, dans les travaux de chaudronnerie et de constructions mécaniques, montages et réparations de charpentes, pour le perçage des bois, la sculpture, le polissage des marbres.

CHAPITRE V

MACHINES-OUTILS, MÉTIERS ET MEULES

§ 1. — Machines-outils.

Les machines-outils utilisées dans l'industrie doivent être disposées de manière que les pièces à travailler aient à parcourir le moins de chemin possible, depuis leur entrée à l'atelier jusqu'à leur sortie.

Il faut réserver autour de chaque machine l'espace nécessaire pour permettre la circulation sans danger et pour rendre faciles l'entretien et la surveillance. L'article 10 du décret du 10 mars 1894 exige que, dans tous les établissements industriels, il existe une largeur d'au moins 0^m,80 entre les machines, mécanismes ou divers outils actionnés mécaniquement.

Les renseignements suivants permettent, dans le cas de machines opératrices moyennes (fraiseuses, perceuses, mortaiseuses, dégauchisseuses, etc.), de déterminer la puissance et la surface de l'atelier.

On compte par opératrice :

1° Une puissance de 1/3 à 1/4 de cheval ;

2° Une longueur d'arbre de couche de 1^m,70 ;

3° Une surface de 5 ou 6 mètres carrés, passages compris.

Pour les raboteuses utilisées dans les ateliers de construction des métaux, il faut avoir soin, lors de l'installation, de ménager entre l'extrémité du chariot, lorsqu'il est à bout de course, et le mur, la machine ou le poteau voisin, un espace suffisant pour le passage d'un homme.

En ce qui concerne les machines-outils à travailler le bois, le lecteur peut se reporter à notre ouvrage *les Scieries et les Machines à bois*, édité par M^{me} V^{ve} Ch. Dunod.

§ 2. — Métiers.

Les dimensions des métiers variant dans de grandes limites avec le genre d'industries qui les utilise, il n'est pas possible d'indiquer ni la surface moyenne qu'ils occupent, ni la longueur d'arbre de couche

1 Un volume grand in-8, de 444 pages et 349 figures, 15 francs.

correspondante, ni la puissance nécessaire pour les actionner. Le seul chiffre dont on doit tenir compte dans leur installation est la distance qui les sépare les uns des autres, distance qui ne peut être inférieure à 0^m,80. Dans l'industrie textile, on dispose souvent les métiers (banes-broches, métiers à filer, métiers renvideurs, etc.) de part et d'autre de l'axe de l'atelier choisi parallèlement au plus grand côté; on doit réserver alors, suivant cet axe, un passage d'autant plus large qu'en général des chariots sur rails le traversent longitudinalement. Dans le cas d'une voie de 0^m,50 en rails portant des wagonnets de 0^m,82 de largeur, on doit adopter 2^m,50 comme largeur minimum du passage axial.

§ 3. — Meules.

L'utilité des meules naturelles et des meules artificielles employées dans toutes les industries du bois et du fer, telles que : scieries, ateliers de construction mécanique, usines diverses de grosse et petite ferronnerie, fonderies, fabriques de ressorts, d'essieux et de boulons, etc., enfin partout où le travail nécessitait l'emploi de la lime et souvent, au préalable, celui du burin, est à l'heure actuelle tellement démontrée que, dès que l'industriel en voit la possibilité, il en fait ou en multiplie l'installation chez lui. Il obtient ainsi un travail beaucoup plus économique, bien plus rapide et mieux soigné qu'à la lime.

Les conditions à remplir par les meules sont les suivantes :

- 1^o Présenter le plus de garanties de sécurité ;
- 2^o Offrir le plus de résistance au travail.

Meules naturelles. — Les meules naturelles sont en grès. Elles servent soit pour aiguiser les outils, soit pour ébarber, dégrossir et blanchir les métaux.

Les meules en grès qui servent pour l'affûtage des outils sont généralement de faible diamètre et tournent à une vitesse peu considérable. Le danger d'explosion n'existe presque pas avec elles.

L'aiguillage se fait tantôt d'un côté, tantôt de l'autre de la meule, suivant la nature de l'outil à aiguiser. Pour les outils exigeant un appui pour l'aiguillage, tels que les crochets de tourneurs, on se place du côté où la meule descend et on fait usage d'un support porte-outil. Pour les lames en biseau, au contraire, burins, fers pour rabots et varlopes, ciseaux à bois, on se place du côté où la meule monte et on présente librement ces outils sur la meule, sans support.

Le redressage ou taillage de la meule, lorsque sa surface est inégalement usée, se fait du côté où la meule descend et, le plus souvent, au moyen de barres de fer ou d'acier.

Les meules pour ébarber, dégrossir et blanchir les métaux sont

généralement de grand diamètre; leur poids est considérable et leur vitesse est beaucoup plus grande que celle des meules à aiguiser. Elles présentent donc de sérieux dangers d'accidents et doivent être surveillées et entretenues avec soin.

La meule doit être examinée très attentivement au point de vue de la nature de la pierre, de façon à voir si elle est exempte de défauts: veines, fêlures, inégalités de grain, etc.

On aura soin de ne demander les meules qu'aux carrières qui auront acquis une réputation notoire de supériorité. Si l'examen révèle un défaut quelconque, la meule devra être refusée.

L'humidité exerce une action importante sur les meules en grès; elle diminue leur compacité et, en cas de gelée, elle peut déterminer des fissures extrêmement dangereuses au point de vue de la sécurité. Il convient donc de s'assurer que l'on a des meules parfaitement sèches et dans lesquelles ces fissures dues à la gelée n'ont pu se produire.

A cet effet, on s'approvisionnera de meules à l'avance et l'on évitera soigneusement de les placer dans une position inclinée, le long d'un mur, dans des cours où l'humidité et la température peuvent agir inégalement sur chaque face et sur les différentes parties de la circonférence de la meule. Il pourrait en résulter, aux essais, comme cela s'est produit plusieurs fois, des ruptures et des accidents graves.

On conservera les meules dans des magasins couverts, secs et aérés, où elles seront à l'abri de l'humidité et du froid.

On les disposera horizontalement, en les séparant les unes des autres; leur dessiccation se fera ainsi avec certitude et sans aucun inconvénient.

Toutes les fissures sont dangereuses dans une meule, qu'elles soient occasionnées par la gelée, un choc ou toute autre cause. On devra donc, pendant le transport du magasin à l'atelier, éviter avec soin tout choc qui pourrait se produire et, lorsque la meule sera montée sur son arbre, on la sondera avec soin au marteau, sur ses deux faces, pour reconnaître sa parfaite sonorité en tous les points.

L'épaisseur d'une meule en grès est généralement prise au septième de son diamètre.

La meule est montée sur son arbre entre deux plateaux en fonte d'un diamètre à peu près égal à la moitié de celui de la meule et d'une épaisseur suffisante pour permettre un bon serrage; ils peuvent être renforcés par des nervures dirigées dans le sens des rayons. Les surfaces intérieures de ces plateaux doivent être parfaitement dressées et bien parallèles, ainsi que les deux faces de la meule. On doit éviter d'entailler celle-ci pour y loger les plateaux, ainsi que d'y faire pénétrer une nervure intérieure de ces derniers; on affaiblirait ainsi la résistance de la matière, sans aucun effet utile.

L'un des plateaux est fixe sur l'arbre, l'autre se serre au moyen d'un écrou.

Entre les plateaux et la meule, on interposera une rondelle de 5 à 6 millimètres d'épaisseur, en feutre ou en caoutchouc.

Le trou central doit être rond, d'un diamètre légèrement supérieur à celui de l'arbre afin d'éviter toute compression centrale. Si ce trou était trop grand, on ajouterait une douille en fonte ou en fer, mais on doit bien se garder d'employer des cales en bois, qui, en se gonflant sous l'influence de l'humidité, provoqueraient justement la compression que l'on doit éviter et pourraient déterminer une rupture.

Les coussinets doivent être construits et montés très soigneusement et munis d'un bon système de graissage, de manière à éviter tout échauffement et grippement. On les recouvre très exactement pour éviter l'introduction de la poussière.

Quand la meule est montée, on s'assure avec soin qu'elle ne présente pas de faux rond et ne fouette pas. On la tourne soigneusement pour éviter cet inconvénient et on la sonde avec un marteau sur ses deux faces.

S'il existe un balourd trop accentué et qui ne puisse être corrigé, on ne doit pas hésiter à rejeter la meule.

La vitesse qu'il convient de donner à une meule dépend évidemment de son diamètre et de sa qualité. On ne peut jamais se fier absolument à cette dernière, car un même gisement fournit parfois des qualités très diverses. Il faut donc se montrer très prudent à cet égard.

L'expérience a montré que les meules en grès peuvent supporter sans se rompre une vitesse à la circonférence de 1.000 mètres par minute, soit 16^m,66 par seconde. Il est bon de ne pas dépasser 13 mètres, ce qui permet d'avoir le nombre de tours suivant par minute :

Diamètre de la meule	Nombre de tours par minute
1 ^m ,50.....	165
1 ,70.....	145
1 ,80.....	138
1 ,90.....	130
2 ,00.....	122
2 ,10.....	118
2 ,20.....	113
2 ,30.....	108
2 ,50.....	100

Une grande meule pouvant passer, en raison de l'usure, par toute cette série de dimensions, il est nécessaire d'avoir pour elle des poulies de commande de différents diamètres:

Toute meule doit être pourvue d'un appareil de désembrayage.

Autant que possible, cet appareil devra permettre un embrayage progressif et un désembrayage rapide.

Lorsqu'une meule ne travaille pas, elle doit être toujours désembrayée. Cette observation ne s'applique pas rigoureusement aux meules à aiguïser les outils, dont la vitesse est généralement très faible.

Meules artificielles. — Ces meules, appelées encore meules d'émeri et qui sont de véritables limes rotatives, sont composées de deux parties : le grain ou mordant et l'agglomérant.

Le grain est de l'émeri, du silex, du corindon, quelquefois du grès. Il est plus ou moins gros, suivant le travail que la meule doit effectuer.

Les agglomérants varient avec les fabricants. Les plus employés sont le caoutchouc, la gomme laque, l'oxychlorure de magnésium, les ciments résineux à base d'huile de lin, le tan.

Quel que soit, d'ailleurs, l'agglomérant employé, toutes ces meules donnent lieu aux mêmes mesures de précaution et nécessitent le même soin dans le travail.

Quant à l'épaisseur qu'il convient de donner à la meule, elle dépend du travail à effectuer : mais, en pratique, il est bon de ne pas descendre au-dessous de $1/8$ du rayon.

Pour rester dans les limites convenables de sécurité, l'Association des Industriels de France contre les accidents estime qu'il est prudent de ne pas dépasser les vitesses suivantes à la circonférence :

Meules à base d'oxychlorure.....	18 ^m ,80 par seconde
— de gomme laque.....	26 ,00
— de caoutchouc.....	26 ,00
— d'huile de lin.....	26 ,00
Meules tanites.....	26 ,00

Le tableau ci-après donne, pour chaque diamètre, le nombre de tours en nombre rond correspondant à ces vitesses.

Les fabricants, du reste, en livrant la meule, indiquent ces nombres. Quelques-uns même ont pris l'excellente mesure de les inscrire sur une des faces de la meule. Ces vitesses sont des maxima qu'il est prudent de ne pas dépasser, et, dans la marche normale, on fera bien de rester un peu en dessous.

Une bonne précaution est d'exiger que le fabricant garantisse sur sa facture que la meule a été essayée dans ses ateliers à une vitesse au moins égale à celle qu'il indique.

Le montage des meules artificielles doit être fait avec le plus grand soin, car un montage défectueux est une cause grave d'accidents.

La meule doit être fixée sur son arbre au moyen de deux larges plateaux en fonte, serrés assez fortement contre elle. Il ne faut cependant pas aller jusqu'à la limite extrême du serrage, car on risquerait

de produire des fissures dans la meule; il est préférable de resserrer un peu de temps à autre.

Les plateaux de serrage des meules sont généralement trop petits. Ils doivent avoir un diamètre compris entre la moitié et les deux tiers de celui de la meule. Il est donc nécessaire d'en avoir deux ou plusieurs séries de différentes tailles, que l'on substitue l'une à l'autre au fur et à mesure de l'usure de la meule,

DIAMÈTRES	NOMBRE DE TOURS PAR MINUTE	
	Vitesse de 26 ^m ,00 par seconde	Vitesse de 18 ^m ,80 par seconde
0 ^m ,20	1800	2500
0 25	1400	2000
0 30	1200	1650
0 35	1000	1400
0 40	900	1250
0 45	800	1100
0 50	700	1000
0 55	650	900
0 60	600	800
0 65	550	760
0 70	500	700
0 75	480	660
0 80	450	600
0 90	400	550
1 00	360	500
1 10	330	450
1 20	300	410
1 30	280	380
1 40	250	350
1 50	240	330

Entre la meule et les plateaux, il est nécessaire de placer des rondelles de même grandeur que les plateaux, en carton mou, en caoutchouc, en drap, ou mieux encore en feutre, de manière que, le tout étant assemblé fortement par l'écrou, la meule, par suite de ce serrage, ne puisse dans aucun cas être écrasée.

L'arbre doit être fort et le bâti solide pour résister aux trépidations. L'arbre à l'endroit de la meule est cylindrique; il porte d'un côté une embrasse fixe et de l'autre côté une partie lisse et une partie fileté de même diamètre pour pouvoir serrer toutes les épaisseurs de meules; l'écrou et le contre-écrou serrent en tournant dans le sens opposé à

la rotation de la meule. La maison Kahn prend pour les arbres de meules, les poulies et les plateaux de serrage, les dimensions suivantes :

DIAMÈTRE des meules	DIAMÈTRE de l'arbre	LONGUEUR de l'arbre	ALÉSAGE des cousinets	LONGUEUR des portées	DIAMÈTRE des poulies	LARGEUR des poulies	DIAMÈTRE des plateaux
0 ^m ,40	0 ^m ,040	0 ^m ,50	0 ^m ,030	0 ^m ,060	0 ^m ,08	0 ^m ,065	0 ^m ,250 et 0 ^m ,100
0 ^m ,50	0 ^m ,045	0 ^m ,60	0 ^m ,035	0 ^m ,070	0 ^m ,10	0 ^m ,070	0 ^m ,350 et 0 ^m ,200
0 ^m ,60	0 ^m ,055	0 ^m ,80	0 ^m ,045	0 ^m ,090	0 ^m ,14	0 ^m ,080	0 ^m ,400 et 0 ^m ,250
0 ^m ,80	0 ^m ,070	1 ^m ,05	0 ^m ,055	0 ^m ,135	0 ^m ,20	0 ^m ,100	0 ^m ,600 et 0 ^m ,400
1 ^m ,00	0 ^m ,090	1 ^m ,10	0 ^m ,070	0 ^m ,160	0 ^m ,25	0 ^m ,120	0 ^m ,800 et 0 ^m ,600
1 ^m ,20	0 ^m ,100	1 ^m ,20	0 ^m ,080	0 ^m ,180	0 ^m ,30	0 ^m ,120	1 ^m ,000 et 0 ^m ,800

Il est nécessaire d'avoir des paliers graisseurs montés avec un très grand soin pour éviter l'échauffement ; on fera bien de les recouvrir pour empêcher la poussière de meule d'y pénétrer.

Le trou de la meule doit être légèrement plus grand que le diamètre de l'arbre. Si ce trou est trop petit, on l'agrandit en faisant tourner la meule sur un paquet de vieilles limes serrées dans un étai. Le fer

chaud ne doit pas être employé pour ce travail. Si le trou est trop grand, on le diminue avec une bague en cuir, en carton ou, de préférence, en métal. La meule est serrée sans exagération; on la fait tourner lentement et on la met au rond avec un diamant ou avec une tôle d'acier qui porte à faux ou avec l'appareil à molettes. L'ouvrier, pendant cette opération, doit se tenir sur le côté. Il est prudent de ne jamais se servir du marteau plat ou marteau de rhabilleur pour tourner les meules.

Comme pour les meules en grès, il est nécessaire, avant de mettre une meule artificielle en service, de l'essayer en la faisant tourner à vide pendant un certain temps. Pour les motifs que nous avons indiqués précédemment, nous pensons que cet essai doit être fait à une vitesse peu supérieure à la vitesse maxima qu'il convient de ne pas dépasser dans le travail.

On mettra la meule en mouvement, lentement d'abord, puis on augmentera progressivement sa vitesse jusqu'au chiffre indiqué et on maintiendra cette marche pendant vingt à trente minutes. Si elle a bien supporté l'essai, on peut la mettre en service, mais il sera prudent de renouveler l'essai après une demi-journée de travail, car l'expérience a montré que certaines meules qui s'étaient bien comportées au premier essai se fendillaient après quelques heures de travail.

Il sera bon, d'ailleurs, de répéter de temps en temps ces essais de vitesse. On devra aussi examiner fréquemment la meule et la sonder au marteau sur ses deux faces.

La meule doit toujours être examinée avec soin avant sa mise en route; elle doit être tournée chaque fois qu'elle a pris du faux rond. On la dégrasse avec une poignée de fils d'acier soudés ensemble par un bout et maintenus serrés par une ficelle, ou avec le jet de sable, ou avec l'appareil à molettes, ou avec une tôle d'acier.

Les meules doivent être conservées dans un endroit sec.

Emplacement des meules. — Les meules doivent être placées dans un atelier isolé et placées sur un seul rang, afin d'éviter que les ouvriers travaillent d'une façon constante dans le plan de rupture. S'il n'est pas possible d'avoir un emplacement spécial, il convient tout au moins de disposer les meules dans une position normale à l'axe des passages et non suivant cet axe.

CHAPITRE VI

MACHINES ET DISPOSITIFS UTILISÉS POUR LE DÉPLACEMENT DES FARDEAUX

La connaissance des appareils permettant d'élever, transporter et emmagasiner automatiquement les matières brutes ou les produits en cours de fabrication est nécessaire à tout chef d'industrie. Les manipulations à bras d'hommes, même lorsqu'elles paraissent faciles, viennent grever la marchandise, par suite d'une dépense assez élevée en main-d'œuvre. Aussi, toutes les fois qu'une industrie exige le déplacement continu de matières, il y a lieu, pour elle, d'examiner si l'emploi judicieux et raisonné du transport et de l'élévation mécaniques ne présente pas des avantages sur la main-d'œuvre humaine. Pour chaque cas particulier, il est nécessaire, bien entendu, de faire intervenir l'amortissement du prix d'acquisition du transporteur ainsi que la dépense en force motrice qu'exige son fonctionnement.

Au point de vue de la direction du déplacement, nous diviserons les appareils utilisés pour le déplacement des fardeaux en deux catégories :

- 1^o Appareils ne pouvant effectuer que le déplacement vertical des fardeaux ;
- 2^o Appareils effectuant un déplacement vertical, horizontal ou incliné des fardeaux ;
- 3^o Appareils permettant de réaliser des déplacements dans plusieurs sens.

§ 1. — Appareils ne pouvant effectuer que le déplacement vertical des fardeaux.

Les appareils ne pouvant effectuer que le déplacement vertical des fardeaux sont :

- 1^o Les poulies, palans, treuils, chèvres et crics, utilisés principalement sur les chantiers ;
- 2^o Les monte-charges industriels, dont les tire-sacs des moulins constituent le type le plus primitif.

La plupart de ces appareils sont trop connus pour que nous en fassions une étude approfondie. Nous nous bornerons à signaler ici les mesures préventives contre les accidents des monte-charges et des autres appareils de levage.

Monte-charges. — Les monte-charges utilisés dans les établissements industriels ont occasionné des accidents souvent mortels, toujours très graves, provenant de leur installation défectueuse.

Ces accidents, assez variés, résultent :

1° De chutes de personnes dans le couloir (le 19 janvier 1897, à Outreau, un ouvrier poussant un wagonnet est tombé, entraîné par ce dernier, dans le couloir ouvert d'un monte-charge; en 1894, à Reims, une personne est tombée dans le couloir non fermé d'un ascenseur et s'est tuée);

2° De chutes d'objets (un grand nombre d'accidents survenus aux monte-charges des hauts fourneaux et des fours à chaux résultent du glissement des pierres à la partie supérieure non fermée; très souvent aussi, des ouvriers de diverses industries ont été blessés par des objets tombant du monte-charge dans le couloir);

3° De vis, pointes ou autres parties saillantes fixées sur le côté du couloir tangent à l'ouverture de la cage (à diverses reprises, des personnes qui s'étaient trop éloignées du milieu de la cage sont restées accrochées à ces parties saillantes et ont été blessées mortellement);

4° De la mise en marche accidentelle ou irraisonnée du monte-charge (la mise en marche accidentelle a dernièrement, à Lille, causé la mort d'un ouvrier au moment où il quittait le monte-charge pour prendre pied sur le plancher. Quant à la mise en marche inopinée, elle est due, la plupart du temps et malgré toute défense, aux enfants qu'une curiosité instinctive pousse à examiner expérimentalement le fonctionnement du monte-charge; c'est ainsi que, dans le Nord de la France, une petite fille embauchée à un âge réglementaire dans une filature de coton s'était introduite dans la cage et l'avait mise en marche; surprise de la direction que prenait l'appareil, qui montait contre son attente, elle se pencha et eut la tête écrasée contre le linteau);

5° De la rupture des cordes et des chaînes.

Les dangers courus par les ouvriers étant énumérés, nous allons indiquer les moyens de garantie qu'il convient d'appliquer aux monte-charges afin d'obtenir la sécurité requise.

Les chutes de personnes et d'objets peuvent être évitées :

1° En fermant entièrement le couloir sur toute sa hauteur, sauf à l'ouverture des divers étages où sont ménagées des ouvertures munies de portes;

2° En laissant le plus faible intervalle possible entre le côté ouvert de la cage et la cloison du couloir;

3° En prenant les dispositions nécessaires pour que les portes, à

l'entrée des divers étages, ne puissent s'ouvrir qu'au moment où la cage est au niveau du plancher de l'étage ;

4^e En empêchant la cage de partir, si la porte n'est pas fermée.

Ces deux dernières précautions ont aussi l'avantage d'éviter la mise en marche accidentelle ou irraisonnée du monte-charge.

La troisième cause d'accident (parties saillantes) est supprimée en ne laissant sur les parties de la cloison ou du couloir qui se trouvent en face des côtés ouverts de la cage aucune pièce saillante à laquelle on puisse rester accroché.

Pour éviter la rupture des cordes et des chaînes, il faut leur donner une section suffisante, les visiter fréquemment et éviter autant que possible leur frottement contre une pièce quelconque.

Voie de la cage ou couloir. — On doit fermer le couloir avec des panneaux pleins, s'il n'est pas nécessaire d'éclairer l'intérieur ; dans le cas contraire, on peut employer des lattes ou des grillages métalliques fixés aux montants. La voie des contrepoids doit aussi être fermée.

Cage. — La cage doit, autant que possible, être fermée, sauf sur le côté qui se présente aux portes. Le côté de la cage qui se présente aux portes doit affleurer le couloir pour que rien ne puisse tomber du monte-charge dans le puits. La couverture supérieure de la cage par un toit empêche la chute d'objets sur les personnes qu'elle renferme ; cette toiture doit pouvoir être enlevée facilement pour permettre l'inspection des cordes. Le chargement des marchandises sur le plancher de la cage doit être fait avec soin, de façon qu'aucun objet ne puisse tomber dans le couloir ; il convient de caler les wagonnets et autres objets susceptibles de rouler.

Portes. — Les ouvertures donnant accès au monte-charge, à l'entrée des divers étages, doivent être munies de portes pleines dont l'ouverture et la fermeture s'effectuent automatiquement à l'arrivée et au départ de la cage. La barre de sûreté mobile, que certains industriels placent devant l'ouverture pour éviter une chute dans le couloir béant, est une mesure de sécurité très incomplète, car l'ouvrier oublie très souvent de la replacer ; de plus, ou elle se trouve à plus de 1 mètre de hauteur, et alors elle ne clôture pas l'ouverture à travers laquelle il est trop facile de passer, ou bien elle est à une faible hauteur, et l'ouvrier tenté de s'y appuyer risque, dans un moment d'oubli, d'avoir la tête tranchée par le monte-charge qui descend ; même en supposant qu'il ne commette pas cette grave imprudence, il court le danger d'être atteint par la cage qui passe à proximité de lui.

La fermeture des portes au moyen de serrures dont la clef est entre les mains du contremaître n'est pas non plus pratique, car il arrive presque toujours que l'on néglige de s'en servir ; il est préférable, à tous égards, d'empêcher qu'une porte ne puisse être ouverte si la cage ne se trouve pas vis-à-vis de l'étage correspondant et de

faire en sorte que l'ouverture et la fermeture des portes se produisent automatiquement à l'arrivée et au départ. A cet effet, M. Botteril a imaginé un système très simple maintenant fermée la porte des monte-charges tant que la plate-forme n'est pas à l'étage considéré. Normalement, chaque porte d'accès est fermée; elle est reliée à une chaîne qui remonte verticalement, puis redescend le long de la cage et passe sur une poulie pouvant se déplacer horizontalement entre deux petits rails s'étendant de l'entrée de la cage au mur qui en forme le fond. La cabine du monte-charge porte extérieurement à un de ses côtés un fer en forme de V, la pointe tournée vers le mur; quand elle atteint le point où est disposée la poulie glissante, le V fait déplacer celle-ci, jusqu'au moment où elle se trouve à la pointe du V; à cet instant, la poulie tire au maximum la chaîne de la porte à guillotine, et celle-ci est complètement ouverte. La cabine continue son mouvement vers le haut ou vers le bas, la poulie suit l'inclinaison de la branche du V et regagne sa place de tout à l'heure, ce qui fait redescendre la porte. En somme, cette dernière s'ouvre au fur et à mesure que la plate-forme du monte-charge atteint le niveau du plancher et se referme quand elle s'en éloigne.

Cordes et chaînes. — On emploie, pour suspendre les cages, des cordes en chanvre, des câbles métalliques, des chaînes, ou simultanément des chaînes et des câbles en chanvre.

Le chanvre a l'avantage d'être très élastique et d'amortir, par suite, les secousses accidentelles. De plus, il s'allonge avant de rompre et permet ainsi de prévenir de terribles accidents, alors que la rupture d'une chaîne se produit sans l'apparition d'un symptôme extérieur. Aussi, le meilleur système consiste à combiner les chaînes avec les câbles; on fera travailler habituellement les chaînes, en ne soumettant les cordes qu'à une traction assez faible, suffisante pour les tendre convenablement, tout en leur donnant les sections nécessaires pour supporter, en cas de rupture de la chaîne, la charge à elles seules.

Pour éviter la rupture des cordes et des chaînes, il faut, avonous dit, prendre des sections suffisantes. Une corde en chanvre peut supporter 80 à 100 kilogrammes par centimètre carré de section et une chaîne 600 à 700 kilogrammes.

Freins et parachutes. — Le deuxième paragraphe de l'article 11 du décret du 10 mars 1894 exige que, pour les monte-charges destinés à transporter le personnel, la charge soit calculée au tiers de la charge admise pour le transport des marchandises, et que les monte-charges soient pourvus de freins, chapeaux, parachutes ou autres appareils préservateurs.

Nous avons parlé plus haut des chapeaux destinés à empêcher que tout objet qui viendrait à tomber dans le puits ne puisse blesser les personnes situées dans la cage. Quant aux freins et aux parachutes, ils ont pour but d'arrêter la cage dont le câble viendrait à se

rompre. La plupart des parachutes, dont l'application aux monte-charges d'usine a été copiée sur ceux en usage dans l'exploitation des mines, mettent à profit soit le mouvement d'allongement qui précède la rupture de la corde, soit un régulateur à frein qui agit sur les guides ou sur la corde du contrepoids, lorsque la vitesse de la cage dépasse une certaine limite.

Autres appareils de levage. — Les ouvriers qui manœuvrent les appareils de levage des fardeaux (grues, crics, treuils, etc.) sont exposés à de graves dangers, notamment à de violents coups de manivelle lorsque celle-ci échappe aux mains et vient à tourner rapidement sous l'impulsion d'une descente accélérée du fardeau. Il y a donc un sérieux intérêt à adopter les mesures suivantes, qui suppriment la plupart des causes d'accidents :

1° Pourvoir d'un encliquetage d'arrêt énergique les appareils de levage actionnés par manivelles ou par câbles ;

2° Installer des freins appropriés, si la descente des fardeaux n'a lieu que sous l'effet du poids propre de ceux-ci ;

3° Envelopper les points de prise des roues d'engrenage et plateaux ou cônes de friction ;

4° Inscrire en caractères bien visibles sur tous les appareils la charge maximum et veiller à ce que les ouvriers ne la dépassent pas ;

5° Interdire aux ouvriers de passer sous les fardeaux suspendus ;

6° Essayer à la résistance et au fonctionnement au moins une fois par an toutes les pièces des appareils de levage.

§ 2. — Appareils permettant le déplacement des fardeaux dans plusieurs sens.

Les appareils permettant le déplacement des fardeaux suivant une direction quelconque sont très nombreux. Il y a d'abord les véhicules à traction animale ou automobile, sur rails ou sur route. Pour calculer l'effort de tirage, il suffit d'employer la méthode de calcul que nous avons exposée (dans le cas d'un véhicule automobile) sur la *Revue scientifique* du 15 août 1903.

Comme types de transporteurs employés industriellement, nous citerons : les ponts roulants, les transporteurs par toile sans fin, les élévateurs à godets, les élévateurs de racines, les élévateurs de paille, les transporteurs Anker, les élévateurs-transporteurs pneumatiques, les chemins de fer aériens sur câbles, etc.

Transporteurs à toile sans fin. — Les toiles coton sont employées généralement dans les transporteurs de grains et matières légères, mais on peut aussi en faire l'application pour le transport des charbons, phosphates, cokes, ciment, plâtre, chaux et quantité d'autres produits divisés que nous ne pouvons énumérer ici.

Quand la matière à transporter est humide ou chaude, les toiles doivent être caoutchoutées sur au moins un côté.

Actuellement on tend à remplacer les courroies par des chaînes à maillons détachables fonctionnant sur roues dentées et ne donnant pas par conséquent de glissement.

Élévateurs de racines. — Les élévateurs de racines, très employés dans les sucreries, féculeries, distilleries, etc., se composent d'une courroie sans fin en gutta-percha de 0^m,30 de large, garnie tous les 0^m,35 à 0^m,40 de tasseaux en bois implantés perpendiculairement à la surface. Les racines sont jetées dans une trémie inférieure; la courroie marchant d'une manière continue dans un couloir en bois, chaque planchette entraîne en passant et monte avec elle une ou plusieurs racines pour la déverser à la partie supérieure.

Élévateurs de paille. — Les élévateurs de paille placés ordinairement au débouché de la batteuse servent à mettre la paille en meules ou en greniers. La paille tombe dans une grande trémie en bois ou en tôle située à la partie inférieure d'un plan incliné formé par un couloir en bois de 0^m,80 à 1^m,30 de large, dans lequel se meuvent deux chaînes sans fin garnies de râteaux espacés de 0^m,75 qui entraînent la paille. Les chaînes sont mises en mouvement par un arbre sur lequel est calée une poulie de commande. Le fond de la trémie est occupé par un crible à larges mailles. Les élévateurs sont montés sur un chariot à 4 roues et munis d'un treuil réglant même pendant la marche l'élévation, qui atteint 6 à 8 mètres.

Transporteur Anker. — Le transporteur Anker consiste en un canal en toile de fer ou en bois, qui est rapporté élastiquement par des lames inclinées et est mis en mouvement de va-et-vient par un axe à manivelle, de telle sorte que les produits sont transportés à grande vitesse, glissant ou frottant légèrement dans le canal.

Le transporteur Anker convient : dans les usines à ciment, pour le transport du ciment cuit des fours aux concasseurs, et aussi comme transporteur-trieur et distributeur pour le ciment concassé arrivant, débarrassé de toute poussière fine, dans les meules, broyeurs, etc.; dans les fabriques de produits chimiques, où on le double de bois, plomb ou cuivre galvanisé, afin de résister aux influences des divers produits à transporter; dans les houillères, les cokeries, les usines à gaz, les sucreries, les brasseries, les rizeries, les malteries, les moulins à huile, les papeteries, les tanneries, etc.

Élévateurs-transporteurs pneumatiques. — Les élévateurs-transporteurs pneumatiques servent spécialement au transport et à l'élévation à toute hauteur des matériaux légers (grains, blé, avoine, maïs, orge, minerais, graviers, escarbilles, copeaux, etc.). Ils sont par conséquent utilisables dans les brasseries, malteries, distilleries, moulins, ateliers de travail du bois.

Dans les minoteries, on emploie aujourd'hui couramment l'élévateur

pneumatique, qui se compose d'un tube vertical en fonte de 0^m.10 de diamètre dont l'ouverture inférieure, fermée par une vanne mobile, se trouve à 0^m.02 de la surface du grain placé dans une trémie. A la partie supérieure, le tube se recourbe et débouche dans une chambre en tôle de 1.000 litres de capacité environ, terminée en bas par une goulotte de sortie du grain et qui est mise en communication par le haut avec un ventilateur-aspirateur. Si on fait le vide au moyen de ce dernier appareil, une aspiration d'air s'établit; l'air animé d'une grande vitesse dans le tube entraîne les grains, tandis que, dans la chambre supérieure, la section étant plus grande, la vitesse du courant d'air diminue et les grains, étant abandonnés à eux-mêmes, tombent et s'échappent par la goulotte de sortie.

Chemins de fer aériens sur câbles. — Dans le chemin de fer aérien (système Otto-Pohlig, construit par M. Mourraillé), la voie est constituée par deux forts câbles métalliques appelés câbles porteurs et formant le chemin de roulement des wagonnets. Placés à environ 2 mètres l'un de l'autre, ces câbles porteurs reposent sur des pylônes dont la hauteur varie d'après le profil du terrain.

La partie supérieure du pylône consiste en une traverse horizontale, à chaque extrémité de laquelle viennent reposer les deux câbles portant par l'intermédiaire de sabots en fonte à gorge demi-cylindrique.

L'entraînement des wagonnets sur les voies de roulement s'obtient par le mouvement même d'un câble sans fin, appelé *câble tracteur*, à marche ininterrompue, placé au-dessous des câbles porteurs, et qui relie entre eux tous les wagonnets à des espacements réglés d'avance et toujours égaux.

Ce câble tracteur, d'un diamètre plus fin que les câbles porteurs, vient à chaque extrémité de la ligne, c'est-à-dire aux stations, s'enrouler sur des poulies horizontales.

Le matériel transporteur se compose de wagonnets comportant essentiellement trois parties : un chariot de roulement ; une caisse de contenance et de forme variables suivant la nature de la charge à transporter ; une suspension et son appareil d'accouplement.

Le chariot de roulement se compose de deux galets en acier fondu roulant dans le même plan vertical entre deux flasques également en acier. Ces deux flasques formant chape sont reliées en leur milieu, et entre les deux galets, par un noyau en fonte sur lequel elles sont rivées, de façon à former un ensemble constituant le châssis du chariot.

La caisse, pour le transport de charbons, minerais, pierre, sable, est oscillante.

Pour le transport de gros colis, balles, tonneaux, touries, etc., on adopte des caisses de construction spéciale ; enfin, pour les matériaux de grande dimension, tels que planches, pièces de bois, troncs d'arbres, fers, etc., on se sert de deux suspensions accouplées à une distance qui varie suivant la dimension des pièces à transporter.

CHAPITRE VII

CHAUFFAGE INDUSTRIEL

§ 1. — Des combustibles industriels.

Les combustibles employés dans l'industrie sont :

1° La houille, utilisée dans presque toutes les usines pour le chauffage industriel et la production de la force motrice ;

2° Le coke, consommé en très grande quantité comme réducteur dans les hauts fourneaux, les fours à vent, les cubilots, etc. ;

3° Les agglomérés de houille, appelés encore briquettes, obtenus en moulant les charbons menus sous de fortes pressions, après les avoir broyés et intimement mêlés à un agglutinant qui est le plus souvent du brai gras ou du brai sec ;

4° Le bois et le charbon de bois, dont l'emploi comme combustible ne semble réservé qu'aux usines situées au centre de vastes forêts ;

5° La tourbe et le lignite, qui ne sont employés que sous certaines conditions locales ;

6° Les copeaux, déchets et sciure de bois, utilisés par les scieries mécaniques, les raboteries et les divers ateliers de travail du bois ;

7° Les écorces de tan après avoir été séchées ;

8° Les substances végétales de rebut, telles que la paille et la pulpe du riz, les tiges de coton et de maïs, les roseaux, les déchets de lin, les résidus de la canne à sucre ou bagasse ;

9° L'huile brute de naphlé et les résidus de la distillation du pétrole dans les pays où ces matières peuvent arriver à prix réduit soit par la proximité des lieux producteurs, soit par suite de l'absence de droits d'entrée.

Nous examinerons sommairement la valeur industrielle et le mode d'emploi de ces divers combustibles.

Houille. — Les dénominations usitées en France pour désigner les diverses matières de houille sont basées sur la quantité et la nature du coke qu'elles pourraient produire. Le tableau indique ci-dessous ces dénominations et la proportion pour 100 des matières volatiles qu'elles renferment.

DÉSIGNATION DES CHARBONS	PROPORTION de matières volatiles	NATURE DU COKE
Anthracite et charbon maigre.....	1 à 10 0/0	Pas de coke.
Charbon quart gras.....	10 14	Coke fritté.
Charbon demi-gras.....	14 18	Coke sans cohésion.
Charbons trois quarts gras ou à coke	18 24	Coke par excellence.
Charbons gras ou de forge.....	24 32	Coke bien aggloméré.
Charbon gras à longue flamme....	32 40	Coke boursoufflé.
Houille sèche à longue flamme....	40 48	Coke léger et pulvérulent.

La valeur industrielle d'un charbon est mesurée par son pouvoir calorifique, c'est-à-dire par la quantité de chaleur qu'il produit en brûlant. Ce pouvoir calorifique, rapporté au kilogramme de houille, s'exprime en calories, la calorie étant la quantité de chaleur à fournir à 1 kilogramme d'eau pour élever sa température de 1° centigrade. Ainsi, quand on dit que le pouvoir calorifique d'une certaine variété de houille est de 8.600 calories, cela signifie que 1 kilogramme de cette houille peut, en brûlant, élever de 1° centigrade la température de 8.600 kilogrammes d'eau.

Certaines industries, comme la sucrerie, la verrerie, les usines métallurgiques, les usines à gaz, qui consomment de grandes quantités de houille, ont intérêt à se rendre compte du pouvoir calorifique du combustible qu'elles emploient; elles peuvent ainsi comparer les diverses variétés de houille et choisir celle qui possède, à prix égal, le plus grand pouvoir calorifique.

Détermination du pouvoir calorifique. — La détermination du pouvoir calorifique, tant de la houille que des autres combustibles, est rentrée depuis cinq à six ans dans l'usage industriel, grâce aux perfectionnements que M. Mahler a apportés dans la construction de la bombe calorimétrique de M. Berthelot et dans la marche des opérations.

Le principe de l'appareil de M. Mahler est le suivant. Dans une bombe à parois résistantes, on place le combustible et on brûle ce combustible au moyen d'oxygène sous pression. La chaleur de combustion est transmise sans déperdition à l'eau d'un calorimètre. L'opération terminée, on ouvre la bombe et on constate que la combustion a été complète en n'y trouvant que de l'eau et de l'acide carbonique.

La bombe en acier de 8 millimètres d'épaisseur a un volume de 54 centimètres cubes et pèse 4 kilogrammes. Elle est émaillée extérieurement au moyen d'une couche d'enduit pesant 20 grammes, ce qui permet de conserver d'autant mieux l'appareil,

La bombe est fermée par un bouchon en fer, à vis, qui vient serrer une bague en plomb enchâssée dans une rainure circulaire. Le bouchon porte un robinet à vis conique pour l'introduction de l'oxygène.

A l'intérieur de la bombe, le combustible est placé dans une capsule. Un fil de fer en spirale, rougi par le courant électrique, communique l'inflammation au combustible.

Le calorimètre en laiton mince est de forte capacité et peut recevoir une grande quantité d'eau.

Le tube à oxygène renferme 1.200 litres d'oxygène comprimé à 120 atmosphères. Cet oxygène doit être exempt d'acide carbonique et ne contenir comme impureté que 5 à 10 0/0 d'azote.

L'opération se conduit comme suit. On pèse 1 gramme de substance qu'on place dans la capsule. On fait passer le courant d'oxygène jusqu'à ce qu'on ait atteint une pression de 20 ou 25 atmosphères. Il faut avoir soin d'amener le gaz lentement pour ne pas projeter le combustible hors de la capsule. On allume. Quand la combustion est terminée, on observe la température au bout d'une demi-minute, puis de minute en minute jusqu'à ce que le thermomètre commence à descendre. On note ainsi la température maximum. On continue à suivre les températures pendant cinq minutes encore, tout en faisant fonctionner lentement l'agitateur du calorimètre.

On ouvre enfin la bombe et on la lave à l'eau distillée. On dose volumétriquement l'acide azotique formé au moyen d'une dissolution de potasse titrée.

Au total, l'opération dure de trente à quarante minutes.

La formule qui sert à calculer le pouvoir calorifique est la suivante :

$$Q = (\Delta + \alpha)(P + P') - (0,23p + 1,6p''),$$

Δ est la différence des températures observées ;

P , le poids d'eau du calorimètre ;

P' , l'équivalent en eau de la bombe et des accessoires ;

p , le poids d'acide azotique constaté ;

p'' , le poids de la spirale de fer ;

$0,23$, la chaleur de formation de 1 gramme d'acide azotique dilué ;

$1,6$, la chaleur de combustion de 1 gramme de fer.

Le procédé de M. Mahler est donc rapide ; c'est celui qui donne une détermination se rapprochant le plus de l'utilisation réelle du combustible ; l'appareil dont il exige l'emploi est d'un prix relativement peu élevé.

Si l'on n'a pas à sa disposition l'appareil de M. Mahler, on peut se rendre compte de la valeur industrielle d'une houille par les deux mesures suivantes :

1° Détermination de la quantité d'humidité ;

2° Détermination de la quantité de cendres que fournit le combustible en brûlant.

Lorsque la houille sert à la fabrication du gaz d'éclairage, une troisième détermination, celle qui a pour but d'obtenir la proportion de matières volatiles, présente un certain intérêt.

Nous allons indiquer les moyens à employer pour faire ces déterminations.

1° *Détermination de l'humidité.* — Le dosage de l'eau hygroscopique ou humidité des houilles consiste à expulser l'eau par la chaleur, et la différence du poids de la houille avant et après le chauffage fournit la quantité d'eau hygroscopique.

Pour effectuer ce dosage, M. Campredon recommande de prendre 10 à 100 grammes de houille en poudre demi-fine, et de chauffer cette prise d'essai dans une capsule à fond plat entre 100 et 105°, jusqu'à ce qu'on obtienne un poids constant, ce qui exige quelques heures; il ne faut pas dépasser 105°, car, au delà de cette température, les houilles flambantes peuvent dégager des matières volatiles et les houilles grasses s'oxyder au contact de l'air.

L'opération la plus difficile est la prise de houille à essayer; à cet effet, on cueille dans un lot un petit peu de houille à cinq ou six endroits différents; on broie et on mélange les divers fragments et on effectue le dosage sur 10 à 100 grammes de la poudre demi-fine ainsi obtenue.

Dans les charbons menus et de tout venant, la teneur d'humidité varie habituellement de 0,5 à 3 0/0. Pour les mêmes charbons lavés à la mine et pour certaines houilles flambantes, se rapprochant des lignites, elle peut atteindre de 5 à 10 0/0 et même dépasser ce chiffre.

2° *Détermination de la teneur en cendres.* — Les cendres sont des matières non combustibles, pierreuses, qui n'ont aucune valeur. Plus une houille donnera de cendres, moins elle aura de valeur comme combustible. De là l'intérêt que présente la détermination de la teneur en cendres.

Pour effectuer cette détermination, il faut brûler au contact de l'air la matière organique du combustible, de façon à avoir un résidu composé de substances minérales, fixé à la température du rouge vif. A cet effet, on prend 1 ou 2 grammes de houille en poudre très fine, que l'on introduit dans une capsule de platine, placée au-dessus d'un bon brûleur à gaz. On élève progressivement la température, de manière à éviter un boursoufflement brusque de la houille, accompagné parfois de pertes par projection. On doit même chauffer assez lentement pour éviter la formation du coke. Peu à peu, on porte la capsule au rouge et on remue souvent la matière charbonneuse avec un fil de platine pour renouveler la surface d'oxydation. Pour s'assurer que l'incinération est complète, M. Campredon recommande de verser quelques centimètres cubes d'alcool dans la capsule refroidie; on agite avec le fil de platine et, s'il existe encore des parcelles non brûlées, elles se séparent et viennent surnager le liquide; on allume l'alcool et

on continue ensuite le chauffage s'il y a lieu ; cette pratique est excellente, car on atténue ainsi la nature floconneuse des cendres, qui deviennent plus denses et moins sujettes à s'envoler pendant la manipulation des capsules.

La teneur en cendres est de 2, 3 ou 4 0/0 pour les houilles très pures. Pour les houilles et cokes convenables pour la métallurgie, il ne devrait pas y avoir plus de 5 à 10 0/0. Pour les houilles impures, il y a quelquefois 20 0/0, et même plus, de cendres.

La connaissance de l'eau hygroscopique contenue dans une houille et de sa teneur en cendres peut permettre sinon d'apprécier entièrement sa valeur industrielle, mais tout au moins de la comparer à d'autres houilles pour lesquelles les mêmes déterminations auraient été faites.

Considérons une variété de houille pour laquelle les expériences décrites ci-dessus ont fourni 5 0/0 d'eau hygroscopique et 7 0/0 de cendres.

De ce que la houille en question contient 5 0/0 d'eau hygroscopique, il ne faut pas en déduire que 100 kilogrammes de charbon humide équivalent à 95 kilogrammes de charbon sec ; en réalité, cette valeur est encore diminuée par le calorique nécessaire à la vaporisation des 5 kilogrammes d'eau. On est donc conduit à calculer le poids de la houille nécessaire pour vaporiser ces 5 kilogrammes.

On sait que la chaleur q à fournir à 1 kilogramme d'eau pour la vaporiser à t° est donnée par la formule :

$$q = 606,5 + 0,305t.$$

Dans le cas actuel, t est la différence entre la température de vaporisation, c'est-à-dire 100° , et la température extérieure (12° par exemple). Appliquant cette formule, il vient pour le nombre de calories à fournir aux 5 kilogrammes d'eau pour les vaporiser :

$$5 \times (606,5 + 0,305 \times 88) = 3166^{\text{cal}},70.$$

En se rappelant que le chiffre moyen de la capacité calorifique des houilles est de 8.000 calories, on trouve que, pour vaporiser les 5 kilogrammes d'eau, il faudra un poids de houille égal à :

$$\frac{3166,70}{8000} = 0^{\text{kg}},3958,$$

c'est-à-dire $0^{\text{kg}},4$ sans erreur sensible.

Par conséquent, 100 kilogrammes de charbon humide contenant 5 0/0 d'eau hygroscopique n'équivalent en réalité qu'à :

$$95 - 0,4 = 94^{\text{kg}},6 \text{ de charbon sec.}$$

Les 70/0 de cendres amènent finalement la valeur commerciale des 100 kilogrammes de charbon considéré à :

$$\frac{94,6 \times 93}{100} = 87^{\text{fr}},978$$

de charbon sec et brûlant sans résidu.

3° *Détermination des matières volatiles.* — La détermination des matières volatiles d'un combustible s'obtient par une opération qui est, en petit, une imitation de la fabrication du gaz d'éclairage. On chauffe le combustible au rouge vif et à l'abri du contact de l'air, de manière à chasser par distillation la totalité des matières volatiles à cette température.

Voici le mode d'opération indiqué par Merck :

1° Prendre 1 gramme de combustible au plus et l'introduire dans un creuset de platine ;

2° Chauffer avec une flamme d'au moins 18 centimètres de hauteur au moyen d'un simple brûleur Bunsen surmonté d'une cheminée ;

3° Laisser 30 millimètres d'intervalle entre le creuset et l'orifice du brûleur ;

4° Prendre un creuset présentant une surface suffisante ;

5° Employer un creuset de plus de 30 millimètres de hauteur pour les charbons qui se boursouffent beaucoup ;

6° Chauffer jusqu'à disparition de boursouffures entre les parois du creuset et le contenu.

Il suffit ensuite de sortir la matière carbonisée et de la peser, à moins qu'on ne préfère peser le creuset et son contenu avant et après la carbonisation ; dans tous les cas, la perte de poids correspond à la quantité de matières volatiles.

Prise d'essai. — La détermination de la valeur industrielle d'une houille, soit par la bombe de M. Mahler, soit par la détermination des cendres, de l'eau hygroscopique et des matières volatiles, ne sera complètement exacte que si elle est effectuée sur des échantillons moyens. Il faut donc s'appliquer, avant toute analyse, à faire des prises d'essai très soignées.

La prise d'essai se fait soit sur les tas de charbon, soit sur les wagons à leur entrée à l'usine.

Sur les tas de charbon on prend une pelletée au sommet, une autre au milieu, une troisième à la base, et on mélange le tout.

Dans les wagons, s'il s'agit de tout-venant, on prend sur chaque wagon du gros, du moyen et du fin ; on pulvérise et on mélange.

L'un ou l'autre de ces mélanges est formé en carré à peu près régulier qu'on divise ensuite par des lignes transversales et longitudinales en plusieurs autres carrés, une dizaine par exemple. Dans chacun des carrés formés on prélève un échantillon, et on forme un

houveau carré qu'on subdivise en une série de petits carrés. On renouvelle l'opération jusqu'à ce qu'on n'ait plus qu'un faible poids susceptible d'être soumis à l'analyse.

Choix des diverses variétés de houille. — Dans ce choix, on se base sur le pouvoir calorifique, le rendement en gaz, la nature de la flamme, la quantité de matières volatiles, la dimension des morceaux, et surtout sur les résultats pratiques observés.

Voici pour faciliter ce choix quelques détails intéressants extraits de l'ouvrage *les Combustibles industriels*, de MM. Colomer et Lordier.

Les anthracites et les charbons maigres produisent peu de gaz en brûlant, leur flamme est peu éclairante : ces qualités n'encrassent pas les foyers et ne fument pas, mais elles réclament un fort tirage; elles sont appréciées, dans les appareils spéciaux, pour leur combustion lente et leur longue durée; elles conviennent notamment pour la cuisson de la chaux, des ciments et de la brique.

Les charbons quart gras exigent un bon tirage; les demi-gras s'allument plus facilement et sont les combustibles par excellence pour la production de la vapeur; ils sont recherchés, à ce titre, pour le chauffage des chaudières multitubulaires. Ils sont employés également dans les distilleries et les sucreries et ont l'avantage de ne pas donner de fumée dans les villes.

Les charbons trois quarts gras, ou charbons à coke, conviennent particulièrement pour la carbonisation en raison de leur fort rendement en coke; leur coke est dense et bien aggloméré. Ces charbons s'emploient avec avantage pour la production de la vapeur dans les chaudières semi-tubulaires et dans les chaudières à bouilleurs; ils sont employés par les verreries, les établissements céramiques et les forges.

Les charbons gras, dans lesquels rentrent les houilles maréchales, constituent les charbons de forge par excellence; ils s'agglomèrent au feu, forment bien la voûte, ce qui les fait apprécier pour le forgeage des pièces; ils conviennent également pour les fours à puddler et à réchauffer.

Les charbons gras à longue flamme ou charbons à gaz donnent un fort rendement en volume dans la fabrication du gaz d'éclairage et doivent fournir un bon pouvoir éclairant, tout à la fois; ils dégagent environ 30 à 40 mètres cubes de gaz par 100 kilogrammes de houille distillée. Ils sont employés dans les gazogènes et dans les fours à réchauffer; on s'en sert aussi dans les verreries et dans les fabriques de produits céramiques; la grande longueur des flammes obtenues dans leur combustion les fait apprécier pour le chauffage des chaudières de dimensions notables et à long retour de flamme, ainsi que pour les fours à réverbère.

La houille sèche à longue flamme a les mêmes avantages que les catégories précédentes, mais à un plus haut degré; sa combustion

est plus vive, et elle convient pour les opérations industrielles qui réclament une chaleur intense et de courte durée, c'est-à-dire un fort coup de feu à un moment déterminé. Cette qualité fume beaucoup et passe vite; elle ne s'agglomère pas comme la précédente; mélangée avec les charbons maigres, ou quart gras, elle donne un excellent chauffage. Les charbons dits flénus en sont le type par excellence.

Indépendamment de la nature du combustible, il faut aussi considérer les impuretés, les cendres de toute nature, pour ne pas compromettre la conservation des grilles.

Une proportion trop grande de pyrites dans la houille est une source d'inconvénients graves pour les barreaux des grilles et pour les autres parties du foyer. Les pyrites dégagent en effet des vapeurs de soufre qui, au contact des barreaux chauffés au rouge, donnent naissance à du monosulfure de fer très fusible. Quelquefois cette attaque est assez considérable pour que le sulfure forme des sortes de stalactites à la partie inférieure des grilles. Dans certaines circonstances, l'oxyde de fer provenant des pyrites de houille donne lieu à une forte proportion de laitier, en se combinant avec la chaux des cendres et avec la petite quantité d'alcalis qu'elles renferment. Beaucoup de cendres deviennent alors complètement liquides, d'autres se ramollissent jusqu'à devenir collantes et à s'agglomérer.

La manière dont les cendres se comportent a, dans la pratique, une grande importance : les cendres collantes ont, en effet, l'inconvénient d'encrasser les grilles, de réduire le tirage et de nuire à la marche du feu. En général, une houille est donc, ainsi que nous l'avons dit, d'autant meilleure que ses cendres sont moins fusibles. Ce n'est que dans des cas exceptionnels, comme pour les houilles du sud du Pays de Galles, que cette propriété peut être utile, en permettant d'utiliser certaines houilles maigres et de peu de valeur. Ces houilles ne se brûlent pas, en effet, sur des grilles à travers lesquelles elles tamiseraient, mais sur une couche de 30 à 40 centimètres de cendres agglomérées, dont les vides et les boursouflures laissent encore à l'air un passage suffisant.

Agglomérés de houille. — On sait que les agglomérés de houille ou briquettes s'obtiennent en moulant sous de fortes pressions les menus de houille que l'on a au préalable broyés et intimement mêlés à une matière agglutinante. Le brai sec obtenu en débarrassant le goudron, à une température de 300°, de toutes les matières volatiles à froid, est l'agglutinant universellement adopté.

Les briquettes offrent certains avantages, entre autres ceux de tenir moins de place que la houille et de brûler facilement sur les grilles. Ces deux avantages rendent les briquettes précieuses pour la navigation à vapeur et pour le chauffage domestique. Quelquefois, des petits industriels y recourent pour la production de leur force motrice, mais il faut reconnaître que, dans les usines fixes, l'emploi de ce com-

bustible n'est pas économique. Par contre, les agglomérés peuvent rendre quelques services pour le chauffage des locomobiles que l'on déplace de ferme en ferme lors du battage des céréales.

Coke. — Voici quelques données relatives à la fabrication du coke métallurgique :

Pour produire 1.000 kilogrammes de coke, il faut avec les fours du Creusot 1.420 kilogrammes de houille, et une dépense de frais journaliers de 1^{fr},90 ; les frais de premier établissement pour 1.000 kilogrammes de houille carbonisée en vingt-quatre heures sont de 1.100 à 1.250 francs sans atelier de brayage ni de lavage.

Avec le four Smet, qui est un des plus répandus, il faut 1.300 à 1.600 kilogrammes de houille pour produire 1.000 kilogrammes de coke métallurgique. Les frais d'établissement par 1.000 kilogrammes de houille carbonisée en vingt-quatre heures sont de 600 à 700 francs pour le four, de 150 à 175 francs pour voies et broyeurs, et de 250 à 275 francs pour atelier de lavage ; quant aux frais journaliers par 1.000 kilogrammes de coke produit, ils varient entre 2^{fr},25 et 2^{fr},85.

Un pareil four a une durée de six à sept ans. Il faut remarquer qu'avec les fours du Creusot ou les fours Smet on peut utiliser la chaleur perdue des fours à produire de la vapeur, et on peut avec des chaudières ainsi chauffées obtenir un poids d'eau, vaporisée à la pression de 4 1/2 atmosphères, égal au poids de la houille distillée. Depuis une vingtaine d'années, on emploie aussi des fours qui permettent de recueillir les produits condensables dits sous-produits que contiennent les gaz de la carbonisation ; les premiers fours de ce genre sont les fours Carré, qui ont été construits pour la première fois à Besseges ; les produits volatils sont dirigés dans des barillets et de là aspirés dans un appareil où se font la condensation et l'épuration des sous-produits ; on retient de cette façon les goudrons et les eaux ammoniacales, qui à leur tour peuvent donner la benzine, la naphthaline, etc. ; les frais d'établissement de ces fours sont légèrement supérieurs à ceux des fours précédents, et les frais journaliers par 1.000 kilogrammes de coke produit sont de 0^{fr},55 à 0^{fr},75 plus élevés, mais les sous-produits recueillis représentent une valeur minima de 3 francs par tonne de houille distillée, ce qui compense largement les dépenses faites.

Bois et charbon de bois. — Le bois s'emploie directement dans les foyers sans qu'il y ait aucune disposition spéciale pour les grilles. Son usage se restreint de plus en plus dans l'industrie française. Aux colonies où les forêts ont une très grande étendue, le bois peut avantageusement être utilisé pour le chauffage industriel ; mais, dans ce cas, il est souvent avantageux, pour éviter les transports onéreux et difficiles des rondins et des branchages, d'avoir des usines demi-fixes, c'est-à-dire susceptibles d'être transportées d'un point à un autre de la région forestière. On conçoit que, pour certaines installations rudi-

mentaires, les frais occasionnés par le déplacement de la fabrication d'un point à un autre d'une forêt soient moins élevés que l'aménagement du combustible employé en certaine quantité.

De même que le bois, le charbon de bois est, à cause de sa cherté, de moins en moins utilisé dans les industries des pays civilisés. Ce ne serait donc que dans les pays neufs abondamment pourvus de forêts et de mines de fer, que l'on aurait industriellement intérêt à carboniser le bois pour obtenir un charbon propre à alimenter des gazogènes ou à effectuer le traitement du minerai.

Tourbes. — La tourbe est une substance noirâtre, terne ou spongieuse; sèche, elle peut être employée comme combustible.

Les tourbes de Saint-Nazaire (Loire-Inférieure), Sézanne (Marne) et du marais de Fos près de Marseille, pèsent en moyenne 260 kilogrammes le mètre cube. Celles de la Somme, dont les meilleures qualités sont à Longueau, Camon, Boves et Longpré, ont une densité moindre.

La tourbe peut éventuellement remplacer la houille, à condition de l'employer sitôt après séchage pour l'empêcher de reprendre l'eau hygrométrique, qu'elle absorbe avec la plus grande facilité.

On peut brûler la tourbe soit en poudre, soit en briquettes; mais, pour la tourbe en poudre, il faut utiliser des grilles dites à gradins analogues à celles qui permettent de brûler la sciure de bois; comme, avec ces grilles, un tirage puissant est nécessaire, il faut faire déboucher les produits de la combustion dans des cheminées très hautes.

Pour les foyers déjà établis de petites industries, il est nécessaire de transformer la tourbe en briquettes, dont la longueur varie de 0^m.30 à 0^m.45, la largeur de 10 à 12 centimètres et l'épaisseur de 5 à 6 millimètres; la même obligation existe pour les ateliers un peu éloignés de la carrière de tourbe et qui, en raison du trajet à parcourir, exposeraient la tourbe à être mouillée en cours de route.

Les briquettes de tourbe doivent être de grande densité, bien sèches et régulières; à cet effet, la tourbe doit être moulée lorsqu'elle est encore fraîche, et la dessiccation, qui fait perdre à la tourbe environ 75 0/0 d'eau, ne doit pas être trop rapide. Pour protéger contre la pluie la tourbe en train de sécher, il faut l'abriter sous des hangars.

Lignites. — Le lignite a un aspect brillant; on en trouve dans les départements de l'Ain, de l'Yonne, en Charente, en Auvergne et en Dauphiné. 1 kilogramme de lignite vaporise de 4 à 5 kilogrammes d'eau. Si l'on emploie le lignite brut, on peut dans certaines conditions le brûler sur des grilles ordinaires; mais il faut pour cela qu'il soit en morceaux de 0^m.04 à 0^m.12 de diamètre. Dans la plupart des cas, le mode d'exploitation ne permet pas d'avoir beaucoup de gros morceaux; aussi le lignite à l'état naturel doit-il être brûlé sur des grilles à gradins ou dans des foyers gazogènes.

Le lignite jouit de la propriété de s'agglomérer sans l'addition de matière agglutinante. Aussi le soumet-on assez souvent à l'agglomération, qu'on obtient en employant des machines semblables à celles qui sont employées pour faire des briques de construction.

Tannée. — Lorsque le tan a été épuisé, il contient une partie ligneuse qui peut servir de combustible.

L'utilisation de la tannée pour le chauffage des générateurs nécessite quelques précautions.

Avec des grilles ordinaires, on ne peut l'employer qu'après l'avoir desséchée à l'air libre ou l'avoir essorée par son passage à travers une presse-laminoir, qui nécessite pour sa manœuvre une force de 3 chevaux-vapeur environ.

Avec des foyers spéciaux, la tannée peut être brûlée telle qu'elle sort des fosses à jus. Le foyer de M. Godillot permet l'emploi assez avantageux de la tannée humide.

Ce foyer comprend essentiellement :

1° Une grille ayant la forme d'un demi-tronc de cône et dans laquelle les barreaux demi-circulaires ont une section rappelant la forme d'un V renversé ;

2° Une hélice à auget croissant placé au fond d'une trémie dans laquelle on emmagasine la tannée.

Le combustible poussé par l'hélice arrive automatiquement au sommet de la grille, se dessèche, puis descend sur la pente de la grille, brûle et finalement arrive sur une partie horizontale où les cendres s'accablent.

En employant la tannée seule, une chaudière ne donnerait pas plus de 3 kilogrammes de vapeur par mètre carré de surface de chauffe et par heure. Aussi recommande-t-on d'additionner la tannée d'environ 10 0/0 de son poids de charbon.

Substances végétales de rebut. — Les usines de décortilage de la Cochinchine utilisent pour la production de leur force motrice la paille de riz et les pulpes. Les déchets de lin, les tiges de coton et de maïs, la paille ordinaire, les roseaux et autres substances végétales de rebut peuvent, là où on les a en grande quantité et avec des frais insignifiants de manutention, être utilisés pour le chauffage industriel. Pour brûler ces résidus, il faut disposer, sur le prolongement de la boîte à feu des générateurs de vapeur, un second fourneau, ce qui, dans les fourneaux disposés pour le chauffage au charbon, est la boîte à feu, sert alors de chambre de combustion et est séparé par un pont du fourneau sur lequel brûle la substance végétale. L'augmentation de l'espace et de la surface de chauffe obtenue par cette disposition est nécessaire au développement et à l'absorption complète de la masse énorme de flamme et de chaleur produite par la combustion des végétaux. Aux déchets de lin, dont l'inflammabilité est très grande, il est bon d'ajouter un peu de charbon.

Résidus de la distillation des pétroles. — Le résidu de la distillation des pétroles le plus propre au chauffage industriel est connu sous le nom de mazout.

Pour utiliser le mazout au chauffage des chaudières, il est nécessaire de disposer, au-dessus du niveau supérieur de l'eau dans la chaudière, un petit réservoir destiné à alimenter le pulvérisateur et, pour que l'écoulement du combustible par le tuyau de conduite vers le pulvérisateur se fasse plus facilement, on le rend plus fluide en le chauffant au moyen d'un serpentín, de faibles dimensions, dans lequel circule de la vapeur. Par ce moyen, on évite encore l'inconvénient d'avoir du mazout mélangé d'eau, la séparation de l'huile et de l'eau s'effectuant naturellement sous l'influence de la chaleur, de telle sorte qu'il est facile d'extraire par un petit robinet de purge l'eau reposant au fond du réservoir.

De plus, un tube de verre indique au chauffeur le niveau du liquide. Il convient, recommande M. H. Guérin (*Génie civil* du 9 août 1902), de ne pas laisser tomber ce niveau, sous peine de produire une diminution de pression dans le pulvérisateur; il suffit, d'ailleurs, pour entretenir ce niveau, d'avoir à sa disposition une petite pompe à bras, puisant le mazout dans les réservoirs en tôle où on le conserve. Ce niveau peut osciller, dans le réservoir, entre 30 et 60 centimètres, selon les dimensions de ce dernier, sans qu'on remarque de variation sensible dans la flamme. Les réservoirs de mazout se font généralement d'une capacité de 1/2 à 1 mètre cube, selon la force de la chaudière à alimenter.

On produit environ 0^m,500 de vapeur par kilogramme de mazout pulvérisé.

Pour mettre la chaudière sous pression, on commence, indique M. Guérin, par faire un feu de bois ou de tout autre combustible, jusqu'à ce que la pression ait atteint 2 à 4 kilogrammes; à partir de ce moment, l'appareil peut déjà fonctionner, et la pression s'élève rapidement. Pour mettre l'appareil en marche, on commence par ouvrir le robinet de vapeur, puis celui du mazout; le jet prend feu au contact d'étoupes préalablement imbibées de pétrole, puis allumées.

§ 2. — Chauffage des ateliers industriels.

Un règlement d'administration publique en date du 14 juillet 1901 exige qu'en hiver les locaux fermés affectés au travail soient convenablement chauffés.

Les moyens de chauffage varient avec la dimension des ateliers et la nature des industries. Tandis que, pour un petit local, une chemi-

née, un poêle ou un foyer au gaz d'éclairage peut suffire, il faut recourir dans la grande industrie à un système de chauffage continu par l'air chaud, par l'eau chaude ou par la vapeur.

Poêles. — Il existe trois catégories de poêles :

1° Les poêles ordinaires, qui ont un conduit de fumée, mais pas de circulation d'air (poêles Lyonnais, Garney, Phénix, etc.);

2° Les poêles-calorifères qui ont un conduit de fumée et une circulation d'air (poêles d'Anthonay, Martin, Besson, etc.);

3° Les braseros, qui n'ont pas de conduit de fumée.

Ce dernier système ne peut être employé que dans des ateliers d'assez grandes dimensions ayant des communications ouvertes avec l'extérieur. Il constitue le seul moyen de chauffage praticable sur les chantiers en plein air.

Le chauffage par poêles dans les ateliers fermés a l'inconvénient de donner aux ouvriers l'occasion de se rassembler autour des fourneaux et d'être de plus une cause d'impuretés, par les poussières et les parcelles de charbon qui voltigent et se déposent sur les produits manufacturés. De plus, le poêle prend une place inutile.

Chauffage au gaz. — Au point de vue du fonctionnement, les appareils de chauffage au gaz se divisent en appareils à flamme blanche, sans mélange d'air, et en appareils à flamme bleue, à brûleurs Bunsen ou dérivés. Les appareils à flamme bleue donnent quelquefois une odeur caractéristique désagréable, lorsqu'on désire faire baisser la consommation en fermant le robinet d'arrivée du gaz. On évite cet inconvénient en prenant le soin de munir ces appareils de plusieurs robinets; il suffit alors de fermer complètement quelques-uns de ces robinets pour éteindre un certain nombre de brûleurs et modérer ainsi la chaleur.

Calorifères à air chaud. — Dans les calorifères à air chaud, la surface de chauffe se compose d'une cloche en fonte où s'opère la combustion et de tuyaux en fonte se développant à l'intérieur d'une enveloppe en briques.

C'est dans l'enveloppe que se fait l'échange de chaleur, entre l'air venant d'une prise extérieure et les gaz de la combustion; ceux-ci circulent dans une série de tuyaux de tôle ou de fonte, et s'échappent finalement par le conduit de fumée, tandis que l'air chauffé se réunit dans une chambre de chaleur où aboutissent les divers conduits d'air chaud.

Les calorifères doivent être placés en sous-sol, et autant que possible au milieu de l'espace à chauffer; le rayon d'action d'un calorifère ne doit pas dépasser 15 mètres horizontalement.

Selon le système et la température à obtenir, la surface de chauffe est de 1 à 1,5 mètre carré par 100 mètres cubes de local à chauffer.

La surface de grille doit être 1/70 à 1/80 de la surface de chauffe.

En comptant sur un renouvellement total de l'air des locaux en une heure, M. Sée estime que le poids de charbon brûlé est de 0^{kg}.8 à 1^{kg}.2 par heure et 100 mètres cubes du local à chauffer à 15°.

Les conduits de fumée doivent avoir une section de 40 centimètres carrés par mètre carré de surface de grille, sans pouvoir être inférieure à 22 centimètres sur 25.

Les calorifères à air chaud ne peuvent être utilisés pour le chauffage d'ateliers importants; le système Michel Perret, qui permet de brûler des poussières de coke, des escarbilles et d'autres déchets industriels, convient très bien pourvu que le sous-sol ne risque pas d'être inondé.

Chauffage continu à l'eau chaude. — On sait que le principe du chauffage continu par l'eau chaude est le suivant: Si l'on chauffe, dans un vase de forme quelconque, un liquide, il s'établit une circulation continue, allant des parties les plus basses, très chaudes, aux parties élevées de l'appareil, et un retour du fluide refroidi au contact de l'air et des parois du récipient vers la partie basse du vase; ce fait résulte des différences de densité que présente l'eau à des températures diverses.

Pratiquement il est facile de réaliser une véritable circulation d'eau pour l'utiliser au chauffage; il suffit de disposer une chaudière avec un tube de départ d'eau chaude terminé par un récipient (*case d'expansion*) destiné à parer aux différences de volume que présente l'eau portée à diverses températures; de ce vase part une conduite de retour aboutissant à la partie inférieure de la chaudière; cette conduite peut présenter telle forme que l'on voudra, selon la disposition des locaux qu'elle traverse.

Un chauffage continu par l'eau chaude se compose donc essentiellement:

- 1° D'une *chaudière* à eau chaude, avec foyer approprié;
- 2° D'une *colonne montante*, allant directement à la partie supérieure du local à chauffer, et terminée par un *vase d'expansion*;
- 3° D'une *colonne descendante*, ou conduite de retour à la chaudière;
- 4° Des *surfaces de chauffe*, tubes à ailettes ou *voiles* de diverses formes, branchés sous la conduite de retour.

On distingue deux principaux modes de chauffage continu par l'eau chaude:

- 1° Le chauffage à basse pression, lorsque le vase d'expansion est fermé par une soupape permettant d'atteindre une pression de 2 à 3 kilogrammes;
- 2° Le chauffage à haute pression lorsque le vase d'expansion est fermé par une soupape permettant d'atteindre une pression de 15 à 20 kilogrammes.

Dans le chauffage à eau chaude et à basse pression, le rayon d'action est beaucoup plus grand pour une même dépense de com-

bustible que dans le chauffage à air chaud. Il faut 2 à 4 mètres carrés de surface de tuyaux par 100 mètres cubes du local à chauffer à la température de 15°. Les tuyaux sont en fer de 0^m.05 à 0^m.12 de diamètre, les surfaces chauffantes sont généralement en fonte et se posent soit horizontalement le long des plinthes, particulièrement sous les fenêtres, soit verticalement dans les conduits de poterie avec bouches de chaleur comme pour les calorifères à air. La surface de chauffe de la chaudière est le 1/20 de la surface de tuyaux, et la surface de grille 1/20 à 1/30 de la surface de chauffe.

Pour le chauffage à eau chaude et à haute pression. M. Sée compte 1^m.50 à 2^m.50 de surface de tuyaux par 100 mètres cubes du local à chauffer à la température de 15°. La chaudière est formée par un serpentin plongé directement dans la flamme, et dont la longueur développée doit être 1/16 de la longueur totale du circuit. La surface du serpentin en contact avec le feu est le 1/10 de la surface totale, et il faut 30 centimètres carrés de surface de grille pour 1 mètre de serpentin. Lorsque la surface de chauffe est constituée par des tuyaux à ailettes, on peut compter sur un rendement de 500 calories par mètre carré.

Le développement total d'une circulation d'eau chaude à haute pression n'excède jamais 200 mètres.

L'inconvénient de ce genre de chauffage provient des soins qu'exige l'installation, du choix judicieux des tuyaux, de l'exécution des joints. Il est nécessaire que la canalisation et le vase d'expansion soient essayés à une pression de 200 atmosphères, sans donner lieu à aucune fuite. L'essai se fait au moment du remplissage; dans ce but, on se sert d'une pompe foulante permettant d'obtenir la pression d'épreuve.

Chauffage à vapeur. — Du fait que l'on peut faire varier dans de grandes proportions la pression de la vapeur, on distingue trois modes de chauffage :

- 1° Le chauffage à vapeur à haute pression ;
- 2° Le chauffage à vapeur à moyenne pression ;
- 3° Le chauffage à vapeur à basse pression ou sans pression.

Dans le premier système, la pression de la vapeur varie entre 4 et 9 kilogrammes ; un générateur spécial alimente les appareils de chauffage, ou bien on emploie la valeur d'échappement et celle formée par une prise directe au générateur ; dans ce cas, un régulateur de pression est nécessaire. En utilisant la vapeur à une pression élevée, on a l'avantage de réduire au minimum les frais de premier établissement, les dimensions de la canalisation étant très petites ; on peut atteindre, en outre, un développement de conduites dépassant 1 kilomètre, avec la certitude d'avoir une circulation de vapeur satisfaisante aux points les plus éloignés du générateur. On applique ce mode de chauffage dans les ateliers et dans les grands établissements

industriels, où les fuites, les bruits et les claquements n'ont pas d'importance. Toutefois il est indispensable d'avoir une canalisation très solide, des appareils de chauffe robustes et des joints soigneusement exécutés.

Le chauffage à moyenne pression, qui utilise de la vapeur entre 1 et 4 kilogrammes, et le chauffage à basse pression, où la circulation de la vapeur dans les appareils n'exige qu'une pression modérée de 1/4 à 1/3 de kilogramme, sont assez peu employés dans les ateliers à cause de la délicatesse des appareils et de la cherté de l'installation.

Le chauffage à la vapeur permet de chauffer un rayon de plusieurs centaines de mètres. Le diamètre des tuyaux fer ou fonte est de 0^m,10 à 0^m,15. Les tuyaux de retour doivent avoir une section moindre. Dans son *Aide-Mémoire de l'Architecte*, M. Ch. Sée estime : qu'il faut 1^m2,50 à 2 mètres carrés de surface de tuyaux par 100 mètres cubes du local à chauffer à la température de 15°; que la surface de chauffe de la chaudière doit être 1/6 à 1/10 de la surface totale des tuyaux; que la surface de grille doit être comprise entre le 1/25 et le 1/30 de la surface de chauffe; que le poids d'eau à vaporiser par heure varie entre 10 à 15 kilogrammes par mètre carré de chauffe.

Dans les ateliers de construction mécanique et surtout dans les salles de montage des machines, il est préférable d'adopter le chauffage par poêles à vapeur que le chauffage habituel par tuyaux à ailettes placés dans des caniveaux.

Les poêles à vapeur permettent aux ouvriers de se réchauffer plus facilement et plus rapidement et, de plus, occasionnent une dépense d'installation moins élevée.

Une installation très intéressante du système de chauffage par poêles à vapeur a été faite récemment par la Compagnie de l'Est au nouvel atelier de montage de locomotives d'Epernay.

Cette installation, décrite par M. Desgeans dans le numéro d'octobre 1902 de la *Revue générale des chemins de fer et des tramways*, comprend :

Vingt poêles verticaux à ailettes de 23 mètres carrés de surface de chauffe et répartis également dans l'atelier ;

Un poêle de 6 mètres carrés placé dans l'outillage ;

Un poêle de 3 mètres carrés qui chauffe le bureau du chef de montage.

La vapeur est fournie par les chaudières de l'atelier; elle passe par un détendeur (système Legat), réglé à 3 kilogrammes, et se rend aux poêles par des tuyaux en acier enveloppés de calorifuge. Ces tuyaux ont une pente régulière vers les poêles à vapeur pour éviter les poches d'eau.

Afin de faciliter la dilatation, ils sont fixés à des tringles verticales qui peuvent osciller librement.

Une soupape à action directe réglée à 3 kilogrammes est placée sur la canalisation, immédiatement après le détendeur, afin d'éviter tout

surcroît de pression dans les tuyaux en cas de mauvais fonctionnement de ce détendeur.

Les eaux de condensation des poêles reviennent, par des conduites souterraines en fonte, dans la bûche d'alimentation des chaudières.

Tous les poêles de 20 mètres carrés, ayant un volume intérieur de 261 litres, ont été essayés à la presse hydraulique, conformément au décret du 30 avril 1880. Le timbre, apposé sur ces poêles, a été de 6 kilogrammes, et la pression d'essai de 9 kilogrammes, de façon à éviter tout accident, si par hasard, le détendeur et la soupape de sûreté ne fonctionnant pas, la vapeur arrivait dans les poêles à la pression des chaudières, soit 8 kilogrammes au maximum.

Les données de l'installation étaient les suivantes :

	Mètres carrés.		
Surface couverte de l'atelier.....	5.790		
Volume d'air intérieur.....	79.300		
Surface des murs.....	3.040		
Surfaces des vitres (fenêtres et châssis vitrés de la toiture)...	3.230		
Surface des toits plafonnés.....	5.195		
Surface des portes.....	250		
Surface de chauffe des poêles :			
20 poêles de 23 mètres carrés de surface de chauffe 1... 460	} 469		
1 poêle de 6 mètres carrés.....		6	
1 poêle de 3 mètres carrés.....		3	
	<u>469</u>		
Soit par mètre carré de surface couverte chauffée..	$\frac{5.790}{469} =$	0,0810	
et par mètre cube d'air renfermé.....	$\frac{469}{79.300} =$	0,005910	
Surface des tuyaux de conduite.....		98	

D'après les relevés qui ont été faits par M. Desgeans, la condensation de vapeur, par heure, dans les poêles et dans les tuyaux de chauffage, est en moyenne de 1.400 kilogrammes.

Un kilogramme de combustible employé produisant 6^{ks},5 de vapeur, la consommation de combustible atteint :

$$\frac{1.400}{6,5} = 215 \text{ kilogrammes,}$$

et sa valeur en estimant la houille 14 francs la tonne

$$215 \times 0,014 = 3^{\text{fr}},01.$$

En tenant compte du temps passé par le chauffeur et des menus frais d'entretien, la dépense totale par heure s'élève à 3 fr. 50.

¹ Dans le calcul de cette surface de chauffe, on a pris, comme surface de chauffe des ailettes, la moitié de leur surface réelle.

L'atelier de montage d'Épernay étant parfaitement clos et la toiture étant plafonnée, il est très rare, en hiver, qu'on ait besoin de chauffer cet atelier pendant la nuit, et même il arrive fréquemment, pendant le jour, qu'on n'envoie la vapeur dans les poêles que le matin, durant quelques heures. Dans ces conditions, la dépense du chauffage dépasse rarement 20 francs par jour.

§ 3. — Gazéification des combustibles solides. — Gazogènes.

Dans quelques cas particuliers, il est plus avantageux d'employer un combustible gazeux qu'un combustible à l'état solide ou liquide. C'est surtout quand l'on recherche des températures très élevées comme cela est nécessaire dans les fours de la céramique, de la verrerie et de l'industrie métallurgique. On comprend qu'il est difficile de mettre un combustible solide au contact immédiat des produits à échauffer, tandis que l'on imagine très facilement que le gaz combustible d'une part et l'air comburant de l'autre, d'abord séparés, viennent se réunir sur le corps à échauffer. On conçoit aussi, fait remarquer M. Deschamps dans son intéressant ouvrage sur les gazogènes, que l'état fluide des gaz leur permet d'envelopper la surface à chauffer et de lui donner une température beaucoup plus égale, en ses différents points, que ne pourrait le faire un combustible solide ou liquide.

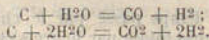
Comment pourra-t-on obtenir des combustibles gazeux ?

Plusieurs manières existent.

Le premier procédé consiste à chauffer un combustible solide; le corps distille, et les produits gazeux peuvent être recueillis. C'est ainsi que se fabrique le gaz d'éclairage. Les produits volatils sont des carbures d'hydrogène en grande partie, de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau; ces divers gaz sont très riches en éléments combustibles.

Cette distillation fournit un résidu ou coke composé d'un carbure beaucoup moins riche en hydrogène et dépourvu d'oxygène et d'azote presque entièrement. Pour transformer ce résidu en combustible gazeux, deux procédés sont utilisables et utilisés.

L'un consiste à brûler le carbone incomplètement en oxyde de carbone, gaz combustible; l'autre, à attaquer au rouge le carbone par l'eau, suivant les deux réactions chimiques :



Si le premier procédé peut être employé uniquement, le gaz produit est obtenu avec dégagement de chaleur et se compose d'oxyde de carbone, d'un peu d'hydrogène et de vapeur d'eau, correspondant à l'hydrogène joint au carbone.

Le second procédé ne peut être obtenu sans apport de chaleur provenant d'une source extérieure, puisque la réaction est endothermique. Cette deuxième manière de réagir sur le carbone, qui constitue presque uniquement le coke, ne peut donc pas être employée isolément. Elle peut, au contraire, se produire en même temps que la première, l'action de l'air et de l'eau étant produite en de telles proportions que l'ensemble des réactions laisse un excès de chaleur pour compenser les pertes extérieures.

De fait, même au cas où l'on agirait sur du carbone pur, ou sur un composé parfaitement défini de carbone et d'hydrogène, les réactions ne seraient jamais aussi simples. Il ne se forme pas d'oxyde de carbone sans qu'il se forme, en même temps, de l'acide carbonique. Les carbures d'hydrogène réagissent avec la vapeur d'eau, l'oxyde de carbone et l'acide carbonique, pour modifier les proportions de ceux-ci et souvent former d'autres carbures, ou des composés ternaires.

Ces réactions dépendent naturellement de la température à laquelle l'opération est faite, des successions de température par lesquelles passent les gaz, de la pression de ceux-ci, des proportions d'eau et d'air introduites, toutes conditions qui permettront de varier la proportion des gaz, notamment celle de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone, qui constituent essentiellement les deux gaz combustibles, et celle des corps neutres qui les accompagnent, tels que l'azote et l'acide carbonique (Jules Deschamps).

Les appareils permettant d'effectuer la transformation des combustibles solides en combustibles gazeux portent le nom de gazogènes.

En considérant les procédés de gazéification utilisés, les gazogènes peuvent être classés en trois groupes :

1° Les gazogènes par distillation, c'est-à-dire ceux où le combustible est isolé et n'est en contact ni avec l'air extérieur, ni avec un courant de vapeur d'eau, ou du moins pas en proportion suffisante pour que la distillation soit accompagnée de la formation de gaz à l'eau et de gaz pauvre, de façon que le coke soit lui-même transformé ;

2° Les gazogènes type Siemens et types Dowson, qui fournissent le gaz pauvre par la combustion incomplète du combustible, avec ou sans intervention de la vapeur d'eau ;

3° Les gazogènes dits « de gaz à l'eau », qui se distinguent des premiers en ce qu'il n'y a pas de foyer extérieur et des seconds en ce que le gaz recueilli, sauf de petites proportions, est un gaz riche provenant de l'attaque du charbon, par la vapeur d'eau sans mélange d'azote.

Gazogène par distillation. — Le type de gazogène par distillation le plus connu est le gazogène à distillation renversée de M. Riché. Cet appareil a été imaginé pour distiller le bois sous n'importe quelle

forme : rondins, copeaux, déchets, sciures, dans le but d'obtenir uniquement des gaz combustibles utilisables pour le chauffage et la force motrice.

Le gazogène Riché consiste essentiellement en une cornue fort longue, verticale, que l'on charge par le haut et que les gaz d'un foyer où l'on brûle de la houille viennent lécher par le bas. Par ce système de distillation renversée, on recueille les gaz au bas de la cornue, de façon que la vapeur d'eau contenue dans le bois et les gaz de distillation traversent la masse incandescente du combustible porté au rouge par le foyer extérieur. Dans ces conditions, l'eau attaque le carbone pour faire du gaz à l'eau, et les carbures sont décomposés.

Le gaz obtenu avec le gazogène Riché est très riche, et sa combustion peut donner de très hautes températures, ce qui en fait un combustible industriel tout à fait précieux pour le chauffage de certains fours.

Un autre gazogène à distillation, le gazogène Densmore, a été récemment breveté. D'après son auteur, il permet de brûler différents corps, tels que des gadoues, des goudrons, que l'on aura préalablement finement pulvérisés, s'ils sont solides et additionnés d'eau, de façon à les amener à l'état pâteux.

Gazogènes Siemens. — Les gazogènes Siemens et ceux qui en dérivent présentent de grands avantages tenant à la forme inclinée de la paroi qui supporte le combustible, forme qui permet l'emploi de charbon tout venant ou des fines.

Gazogènes Dowson. — Les gazogènes Dowson, ou gazogènes de gaz à l'air et de gaz à l'eau, se différencient essentiellement des autres gazogènes en ce qu'ils sont pourvus d'une chaudière fournissant de la vapeur qui se mélange à l'air arrivant sous la grille. Un injecteur mélange à la fois la vapeur et l'air et produit l'entraînement nécessaire de l'air et de la vapeur dans le gazogène.

Les gazogènes Dowson ont subi de la part de beaucoup d'inventeurs des modifications ayant pour but soit de remplacer la chaudière indépendante par un petit générateur de vapeur chauffé directement par le gazogène, soit d'injecter simplement de l'eau dans l'air porté à haute température, soit de faciliter l'entraînement de l'air dans le gazogène par un exhauteur, une pompe de compression ou par l'aspiration des moteurs à gaz.

Le gazogène Dowson proprement dit est préférable à tout autre, à cause de sa simplicité, lorsque l'on a à employer du coke. Avec les anthracites et les charbons maigres, il faut donner plus d'importance aux appareils d'épuration.

Les gazogènes du type Dowson sont très nombreux. Parmi les plus connus, nous citerons :

1° Le gazogène *Tangye*, qui a été employé tout récemment pour

l'alimentation de moteurs à gaz destinés à l'usine élévatoire des eaux de Berck-sur-Mer ;

2° Le gazogène *Letombe*, utilisé en particulier à l'usine Peugeot, de Courbevoie ;

3° Le gazogène *Rex*, qui a donné de bons résultats avec les anthracites, le bois et les déchets de coke ;

4° Le gazogène *Wilson*, employé pour l'alimentation des fours, parce qu'il est tout en maçonnerie, ce qui le rend particulièrement robuste, et d'un prix de revient relativement peu élevé ;

5° Le gazogène *Fichet et Heurtey*, qui est fréquemment employé pour le chauffage dans les fabriques de céramique et dans les verreries, ainsi que pour la cuisson de la chaux ;

6° Le gazogène *Poetter et C^{ie}*, dont une application importante existe dans les ateliers de la marine, à Guérisny (Nièvre) ;

7° Le gazogène *Taylor*, spécialement imaginé pour l'alimentation des moteurs à petite puissance, et qui permet l'emploi des gaz pauvres dans la petite industrie ;

8° Le gazogène *Inchauspe*, qui diffère du précédent par la disposition de la trémie de chargement, dont l'ouverture se règle par un cône renversé, au moyen d'un levier et d'une articulation.

Il reste aussi à mentionner, comme dérivés du type Dowson, les gazogènes très ingénieux imaginés et construits par MM. *Lencauchez, Pierson, Kitson, Wood, Talbot, Crossley et Atkinson, Benier, Viarme, Hille et Genty*.

Nous signalerons aussi le gazogène de la *Lindes eis Maschinen Gesellschaft*, qui diffère des précédents en ce qu'il produit, en même temps que du gaz pauvre, du gaz de distillation. Ces deux gaz étant recueillis à part peuvent permettre de fournir ainsi un gaz de qualité convenable pour l'usage qu'on veut en faire.

Gazogènes dits « de gaz à l'eau ». — Le gaz à l'eau serait susceptible d'être employé, d'après M. Jules Deschamps, dans les fours de verrerie et les fours métallurgiques, où l'on a besoin de hautes températures et où l'on ne veut pas s'obliger à réchauffer, au préalable, l'air et le gaz. Il semble aussi être le gaz qui convient le mieux pour souder les métaux, et des applications assez importantes ont été réalisées dans ce sens.

Il existe plusieurs types de gazogènes permettant d'obtenir le « gaz à l'eau ». Nous citerons les gazogènes *Guénot, Dellwik-Fleischer, Glocum, Blass, Tessier du Motay, Strong, Goodyear, Lowe, Strache, Humphrey et Glasgow, Pintsch, Kramers et Aarts*, dont la description est donnée dans l'intéressant ouvrage de M. Deschamps¹.

Ces gazogènes, dont il existe peu d'applications en France, sont employés surtout en Allemagne, en Angleterre et aux Etats-Unis. Ils

¹ *Les Gazogènes*, V^e Ch. Dunod, éditeur. Prix : 15 francs.

ont été construits dans des usines métallurgiques et dans des usines à gaz, où, en général, le gaz à l'eau est mélangé au gaz d'éclairage.

Ils offrent, pour les compagnies gazières, l'avantage d'utiliser leur coke, en leur fournissant un gaz meilleur marché que celui qu'ils produisent déjà, d'autant meilleur marché que, lorsque la proportion des gaz à l'eau est faible et ne dépasse pas 15 à 20 0/0, il n'est pas nécessaire d'ajouter des carburants, les produits volatils contenus dans le gaz de l'éclairage suffisant à cet effet.

En France, jusqu'à nouvel ordre, l'usage du gaz à l'eau n'a pas été encouragé; on craint que le mélange au gaz de ville d'un gaz contenant d'aussi fortes proportions de carbone ne soit nuisible à la santé publique, et presque toutes les municipalités défendent aux compagnies gazières l'emploi de ce procédé.

Autres types de gazogènes. — La *Société anonyme des moteurs Gardie* construit un gazogène qui ne peut être comparé à aucun des types signalés ci-dessus.

Dans ce gazogène, qui affecte la forme d'un haut fourneau, l'air pénètre par une tuyère centrale sous pression; il en résulte que le mélange d'air et de charbon est, à égalité de surface de combustible, plus riche en oxygène que dans aucun autre gazogène, que la température, par cela même, doit être plus élevée, la zone de combustion plus réduite, ainsi que la durée de la réaction.

Le résultat est que, dans ce gazogène plus que dans tout autre, la proportion d'acide carbonique est restreinte et atteint, paraît-il, à peine 2 0/0. Les eaux ammoniacales sont décomposées ainsi que presque tous les carbures, et les gaz qui sortent de l'appareil se composent presque exclusivement d'oxyde de carbone, d'azote, d'hydrogène et d'un peu de méthane. Les proportions d'hydrogène varient suivant la quantité d'eau introduite.

Une intéressante application du gazogène Gardie existe à Laignelet, dans la verrerie de M. Chupin, où le gazogène en question actionne un moteur Charon de 25 chevaux, un four à arches, un four à recuire, un four à fondre et des chalumeaux divers.

Dans ces dernières années, on s'est beaucoup occupé de créer des gazogènes permettant l'utilisation des combustibles chargés de produits volatils, car la cause qui empêche l'industrie de bénéficier de l'économie considérable en calories qu'offrent les moteurs à gaz pauvre, c'est la nécessité d'employer comme combustible du bon coke ou du bon anthracite qui reviennent très cher.

Deux systèmes paraissent avoir donné d'assez bons résultats: ce sont les gazogènes à combustion renversée et les gazogènes à deux tuves.

Les principaux gazogènes à combustion renversée pour lesquels il a été pris des brevets sont les gazogènes Loomis, Dauber, Faugé, Fichet et Heurtey, Kitson, Deschamps, etc.

Dans les gazogènes à deux cuves, deux fourneaux sont placés côte à côte et réunis par un carneau, de telle façon que les gaz brûlés dans le premier circulent de haut en bas dans le second; on fait fonctionner alternativement ces deux fourneaux, tantôt en combustion directe, tantôt en combustion renversée. Parmi les gazogènes imaginés dans ce but, nous citerons le gazogène Thwaite, le gazogène Baldauff et le nouveau gazogène de la Compagnie du gaz Riche.

Nous ne terminerons pas cette question des gazogènes sans dire que les hauts fourneaux, suivant l'heureuse expression de M. Lencauchez, constituent les meilleurs des gazogènes, puisque les gaz essentiellement combustibles qui s'échappent par le gueulard peuvent être recueillis, dépouillés des poussières qu'ils entraînent et être utilisés pour actionner de puissants moteurs à gaz.

§ 4. — Conduite des fours.

L'art acquis par un contremaître dans la conduite des fours industriels est très important, surtout pour les fours à grille. Mais, s'il s'agit d'appareils plus complexes, des divers types de fours à récupération qui sont employés de plus en plus, l'expérience d'un maître fondeur peut se trouver en défaut, et il serait quelquefois dangereux de s'en remettre à son jugement. Aussi le contrôle scientifique des fours présente-t-il un intérêt de premier ordre, puisqu'il permet de s'assurer si un four donné fonctionne de la façon la plus satisfaisante.

Les instruments de mesure permettant le contrôle de la bonne marche des fours sont des appareils d'usage tellement facile qu'ils peuvent et doivent être employés à des vérifications présentes, quotidiennes même. Ce sont le pyromètre Le Chatelier, permettant la mesure des températures en tous les points d'un four, et la burette Bunte, servant à faire l'analyse rapide des gaz.

Pyromètre Le Chatelier. — Le pyromètre thermo-électrique Le Chatelier se compose de deux fils de platine et platine rhodié soudés ou simplement réunis en torsade à une extrémité et fortement serrés avec une pince plate pour former couple. Le courant électrique provoqué par la différence de température entre la soudure chauffée et l'autre extrémité du couple est reçu dans un galvanomètre.

Pour les mesures de température dans les fours à une certaine distance des portes, il est commode de placer les deux fils, isoés l'un de l'autre par des tuyaux de pipes ou des cylindres d'argile, dans un tube de fer de la longueur du couple, et pouvant atteindre 3 mètres au plus; on arrive ainsi à plonger la soudure du couple à 2^m.50 au moins à l'intérieur du four, ce qui suffit presque toujours pour mesurer la température de régime.

Le pyromètre Le Chatelier ne présente à l'emploi aucune difficulté sérieuse, et on peut le mettre sans inconvénient entre les mains d'un contremaître.

Au point de vue de la surveillance des fours, le pyromètre sert non seulement à constater la régularité de température dans le laboratoire du four, mais plus encore dans les chambres de récupération. Tout refroidissement du four correspond presque toujours à un abaissement important de la température de régime des chambres, et s'annonce ainsi à l'avance pour que l'on puisse y porter remède.

Burette Bünte. — Les analyses rapides de gaz portent sur les éléments absorbables par des réactifs chimiques : acide carbonique, oxyde de carbone, oxygène. On se sert, pour les effectuer, de burettes d'absorption dont la plus simple et la plus commode est la burette de Bünte. Avec une pareille burette on détermine dans les mêmes conditions de température et de pression les volumes d'acide carbonique et d'oxygène contenus dans les fumées, la composition des gaz du gazogène. Les absorbants employés sont la potasse pour l'acide carbonique, l'acide pyrogallique et la potasse pour l'oxygène, le chlorure cuivreux pour l'oxyde de carbone. Le mode d'opération est indiqué très clairement par la notice opératoire jointe à l'appareil.

Le contrôle chimique permet de surveiller la marche d'un four et d'en réduire souvent ce qu'il y a à faire pour obtenir de bons résultats avec une dépense minimum de combustible.

Le premier point à examiner est la composition des produits de combustion; s'il y a excès d'air, la température de combustion s'abaisse d'un nombre de degrés qui peut atteindre 150° à 200°, le four chauffe moins, et, malgré la récupération, l'utilisation de la chaleur est défectueuse; s'il y a insuffisance d'air, c'est-à-dire atmosphère réductrice, l'inconvénient est moindre au point de vue calorifique, mais il faut compter cependant une perte de chaleur latente correspondant à l'oxyde de carbone non brûlé.

La marche idéale est donc l'atmosphère neutre ne contenant qu'acide carbonique, eau et azote. Pour constater cette marche, il faut doser dans les fumées l'oxygène et l'acide carbonique sans se préoccuper de la vapeur d'eau.

Le second point à surveiller est la composition du gaz. Il importe que le gaz du gazogène soit aussi riche que possible en oxyde de carbone et hydrogène et contienne le moins possible d'acide carbonique et d'eau : toute combustion anticipée dans le gazogène est, en effet, une source de perte de chaleur et abaisse la température de combustion dans le four. Ce dosage a le grand avantage d'exercer une surveillance sur les ouvriers gaziers, dont le rôle est si important pour la marche des fours à gaz.

§ 5. — Séchage et étuvage industriels.

Outre les fours et fourneaux qui ont été examinés précédemment, l'industrie est obligée d'avoir recours pour le chauffage de certaines matières à des séchoirs ou à des étuves.

Ces séchoirs ou étuves peuvent se grouper en trois catégories principales :

1° Les séchoirs à tunnel, qui conviennent pour les bois, les parquets, les drèches, les cuirs, les peaux, les colles, la gélatine, les tissus, les fils, les laines, les cotons, les écheveaux, etc. ;

2° Les séchoirs à armoire pour herbes, tabacs, plantes, racines, chocolats, conserves, etc. ;

3° Les séchoirs rotatifs pour matières pulvérulentes, grains, poussières, minerais, charbons, sel, etc.

Comme il serait trop long d'examiner pour chacune des matières les dispositifs adoptés pour les séchoirs, nous nous bornerons à examiner avec quelques détails le séchage des phosphates, le séchage des fils et l'étuvage des moules de fonderie.

Pour le séchage des bois, le lecteur pourra se reporter à un article que nous avons publié sur le *Journal du commerce des bois* (numéros des 22 avril, 27 mai et 24 juin 1903).

Séchage des phosphates. — Il existe plusieurs variétés de séchoirs permettant de sécher soit les phosphates naturels après leur enrichissement, soit les superphosphates dont la proportion d'humidité volatile à 100° ne doit pas dépasser 12 0/0.

On peut, comme en Picardie, étaler le phosphate sur la sole d'un four à réverbère ou employer des fours à 4 étages analogues aux fours à pyrites fines ; mais on préfère employer les séchoirs à flammes indirectes et aussi les séchoirs mécaniques.

Voici la description que donne M. Sorel¹ du type de séchoir à flammes indirectes connu sous le nom de séchoir à plaques.

Il consiste en une série de foyers dont les gaz de la combustion sont appelés par le tirage d'une cheminée commune dans des carneaux horizontaux ayant de 0^m.75 à 1 mètre de largeur, et environ 20 mètres de longueur. La hauteur des carneaux est de 1^m.20 près du foyer et de 0^m.30 à 0^m.40 à l'autre extrémité. Ces carneaux sont recouverts par des dalles de fonte nervées en dessous pour empêcher le gauchissement, et coulées en châssis de façon à être bien planes. Elles sont jointes à mi-épaisseur sur une largeur de 0^m.3.

Afin de soustraire le phosphate aux coups de feu, ces plaques sont protégées par une voûte ajourée en briques réfractaires sur une lon-

¹ La Grande Industrie chimique minérale, Naud, éditeur.

gueur de 3 à 4 mètres et en bonnes briques ordinaires sur 5 à 6 mètres.

Le reste de la longueur peut, sans inconvénient, être directement en contact avec les gaz chauds.

Généralement, deux carneaux sont desservis par un seul foyer, dont la surface de grille est calculée de façon à brûler environ 20 kilogrammes de houille par heure et par mètre carré; on a donc une combustion très modérée. La consommation de houille représente de 5 à 12 0/0 du poids de la matière séchée suivant son état initial.

Le phosphate est étalé sur toute la surface des plaques; on lui donne une épaisseur de 15 centimètres près des foyers, de 8 centimètres à l'extrémité opposée. Une opération dure de dix à douze heures. On procède à trois retournements, dont on profite pour briser les mottes d'argile non séparées par lévigation et durcies par la chaleur.

On compte généralement sur une production moyennée de 200 kilogrammes, suivant l'allure du foyer, l'humidité et la nature du produit à sécher.

Ces séchoirs ont l'avantage de donner une grande élasticité à la production, puisqu'on peut n'allumer qu'un certain nombre de foyers; ils n'exigent pas de force motrice; par contre, la main-d'œuvre est considérable et la consommation de combustible assez élevée. Si l'on ne dispose pas de hottes de tirage, une partie de la vapeur produite se condense et retombe sur la couche supérieure de la matière à sécher qu'elle remouille et refroidit, en même temps qu'elle constitue une couche d'air saturée s'opposant à une évaporation active. Le séchage est donc peu régulier, les matières les plus voisines du foyer étant plus vite sèches que celles qui sont sur l'extrémité opposée des carneaux. Enfin les manœuvres de retournement répandent dans l'atmosphère des poussières solides, constituant une perte pour le fabricant et une gêne pour les ouvriers.

Une variante de ce type est le séchoir à tubes, qui convient fort bien pour les crates grises enrichies et les phosphates sableux, mais doit être déconseillé dans le cas des phosphates argileux.

Ce séchoir consiste en un foyer ordinaire, dont les gaz sont appelés dans des tubes en fonte ayant de 15 à 20 centimètres de diamètre.

Les gaz de la combustion traversent d'abord une première ligne de tuyaux, puis reviennent sur eux-mêmes par une seconde ligne avant de se dégager dans un carneau général d'appel. La longueur des tuyaux est de 3 à 4 mètres.

Au-dessous de la première ligne est une grille mobile que l'on agit pour déterminer la chute de la matière sèche. Le phosphate est déversé sur l'étage supérieur de tuyaux: il s'y maintient grâce à son humidité; mais, lorsque la dessiccation est suffisamment avancée, il s'émiette et descend sur la seconde ligne, puis sur la grille, d'où il tombe dans des wagonnets.

On conçoit que le contact des gaz avec le phosphate est plus direct que dans le type précédent : par suite, à production égale, la consommation de combustible est sensiblement moindre, la main-d'œuvre est diminuée et l'emplacement plus petit.

Le type le plus simple de séchoirs mécaniques est le séchoir à chicanes, qui est constitué essentiellement par une colonne verticale à section rectangulaire, dans laquelle se trouvent disposées des chicanes en fonte à un degré tel que la matière soit sur le point d'y glisser. Il se formera donc une série de talus naturels d'éboulement et, une fois l'appareil chargé, toute nouvelle quantité, introduite en haut, déterminera la chute d'étage en étage d'une quantité correspondante. L'air chaud est fourni par un foyer placé à la base de la colonne et y pénètre par des ouvertures ménagées sur ces faces latérales. Un ventilateur permet d'ailleurs de mélanger aux gaz de la combustion une quantité voulue d'air. Cet appareil est muni de regards pour qu'on puisse suivre et aider, au besoin, la descente du phosphate.

De ce que, dans le séchoir à chicanes, les chicanes sont fixes, il en résulte que les chutes de matières ne sont pas uniformes et que, par conséquent, la dessiccation est irrégulière. Aussi, dans quelques séchoirs dits à persiennes (type Vézier applicable surtout aux superphosphates), on remplace les chicanes par des étages disposés en persiennes mobiles, dont les feuilles sont commandées mécaniquement, de sorte que la chute devienne parfaitement régulière.

Dans les séchoirs à chicanes ou à persiennes, on fait circuler en sens contraire les solides à sécher et les gaz chauds. D'après M. Sorel, c'est un véritable contre-sens ; car, à moins de laisser sortir les gaz très chauds, ce qui entraîne une dépense énorme de chaleur, on arrive forcément à ce que, rencontrant une matière froide, ces gaz s'abaissent en dessous de la température de saturation et déposent sur la matière froide une partie de l'eau évaporée dans les parties basses du séchoir ; il ne se produit alors qu'une distillation des parties chaudes vers les parties froides, et l'on dépense pour rien du combustible. D'autre part, à mesure que la matière descend dans le séchoir, elle tend à prendre la température des gaz qu'elle rencontre, et, si elle est complètement sèche, ou bien ne contient plus qu'une solution concentrée ayant une très faible tension de vapeur, elle peut prendre une température assez élevée pour commencer à s'altérer ; c'est le cas, par exemple, pour le séchage des superphosphates. On est donc amené à n'envoyer dans le séchoir que des gaz peu chauds, ce qui donne lieu à un chauffage très peu économique.

Si, au contraire, on fait circuler l'air dans le même sens que la matière à sécher, on peut l'envoyer beaucoup plus chaud, car il rencontre une matière froide et humide sur laquelle il se refroidit utilement et brusquement ; à partir de là jusqu'à un certain moment, la matière s'échauffe et se sèche à ses dépens, puis, l'évaporation continuant, la

matière et l'air se refroidissent. Des observations faites par M. Sorel, il résulte que, dans un séchoir à plaques pour superphosphates, on peut, la matière étant à environ 40°, envoyer de l'air à 220° et le laisser sortir à 60°.

Pour les phosphates non argileux, on peut faire usage du séchoir mécanique de Ruelle, lequel consiste en deux cylindres concentriques en forte tôle roulant sur deux paires de galets, sous l'action d'une roue dentée commandée par un pignon. Chaque cylindre porte une hélice. A une extrémité se trouve le foyer, muni de regards permettant de régler des entrées additionnelles d'air; à l'autre extrémité, la trémie de chargement et le carneau d'appel. Les deux hélices sont enroulées en sens inverse, et le sens de la rotation est déterminé de telle sorte que la matière s'avance lentement vers le foyer dans le cylindre intérieur et s'en éloigne dans l'enveloppe.

M. Lefèvre, ingénieur-directeur des exploitations de la Société française des phosphates de Tébessa, profite de quelques mois de fortes chaleurs pour faire du séchage des phosphates à l'air et au soleil. Mais, pour que le phosphate ainsi traité puisse passer dans les broyeurs et les bluteries sans engorger celles-ci, il faut que la dessiccation soit parfaite.

A Aïn-Kissa (Algérie), où l'on peut se procurer du bois de chauffage à 10 ou 15 francs la tonne, alors que la houille revient de 35 à 40 francs, M. Lefèvre a réalisé économiquement le séchage des phosphates au moyen de bûchers.

Séchage des fils. — Dans les filatures de lin au mouillé, le séchage du fil est indispensable pour empêcher la fermentation rapide, qui ne manquerait pas de s'établir aux dépens des gommés-résines humidifiées et qui rendrait promptement le fil inutilisable.

Les séchoirs les plus ordinairement employés dans les filatures de Belgique sont chauffés par les chaleurs perdues des générateurs.

Dans ce but, entre le dessus des chaudières et le séchoir proprement dit, se trouve une chambre de chauffe séparée par une voûte en briques de la chambre du séchoir.

Dans la voûte en briques, on a pratiqué une série d'ouvertures, munies de fermoirs à glissières, analogues aux bouches ordinaires des calorifères à air chaud. Pendant le chargement et le déchargement du séchoir, ces bouches restent fermées et la chaleur perdue des générateurs s'accumule dans la chambre de chauffe. Lorsque le chargement du séchoir est terminé, les ouvriers, au moment de se retirer, ouvrent les bouches de chaleur, et l'air chaud envahit le séchoir, qu'il maintient à une température assez élevée pendant toute la nuit. Le matin, à la rentrée, les ouvriers exécutent la manœuvre inverse, de telle sorte que, pendant toute la durée du travail journalier, la température du local est plutôt agréable. Il est inutile d'ajouter que, dans ce séchoir, le

séchage peut être activé par l'emploi de vapeur vive, circulant dans des tuyaux à ailettes.

Étuves des fonderies. — Le séchage des moules pour grandes pièces de fonderie s'obtient en allumant des feux de bois au milieu des moules disposés dans les fosses de coulée. On emploie aussi des feux de coke placés dans des corbeilles en fer.

Les châssis sont tenus quelquefois avec des grues au-dessus de réchauds à coke; mais ce procédé présente certains inconvénients; il est dispendieux; il détériore le matériel; les cendres et les étincelles peuvent faire des piqûres sur la surface des moules.

On peut, d'après M. U. Le Verrier¹, améliorer le procédé de séchage sur place en établissant près des moules des foyers mobiles à coke, entourés d'une hotte, et communiquant par des tuyaux munis de registres avec le fond des châssis: le moule sert alors de cheminée. Il est directement traversé par l'air chaud; on peut le coiffer de tuyaux d'appel en tôle, s'il n'a pas assez de hauteur.

Quand on a beaucoup de pièces analogues à faire, par exemple dans les fonderies qui fabriquent spécialement des tuyaux, on construit dans une fosse profonde un foyer fixe recouvert d'une plaque de fonte; les gaz se rendent, par une série de tuyaux munis de registres, à des bouches de sortie placées en différents points du sol ou des fosses de coulée. On vient y placer tour à tour les moules qu'on veut sécher.

Pour les moules bâtis en fosse, on peut coiffer la fosse d'une cloche avec cheminées d'appel, et la transformer ainsi en étuve qu'on chauffe avec foyers mobiles ou fixes placés autour.

Pour les petites pièces et les noyaux, le séchage des moules s'effectue commodément en étuve. Les étuves se composent de grandes chambres chauffées par des foyers latéraux, où l'on brûle le plus souvent du coke. Des rails et des chariots ou des grues permettent d'y amener les moules. Les grandes étuves ont des foyers placés au-dessous, près desquels on range les pièces qui doivent être cuites à haute température.

¹ *La Fonderie*, par U. LE VERRIER, collection des Aide-Mémoires Léauté.

CHAPITRE VIII

EMPLOI DE L'EAU DANS L'INDUSTRIE

§ 1. — Usages industriels de l'eau.

Il n'est pas d'usine où l'eau ne soit appelée à jouer un rôle important, pas de fabrication où elle n'intervienne. Parmi les usages industriels les plus répandus, nous citerons : l'alimentation des générateurs de vapeur, le désuintage et le dégraissage de la laine, le travail des peaux, la teinture, l'impression et le blanchiment des étoffes, la filtration et la diffusion des jus sucrés, la fabrication des savons, du papier, de la glace, des eaux gazeuses, de la bière, du cidre et des diverses boissons.

La nature et quelquefois aussi la température de l'eau employée ont une grande importance pour le succès des opérations effectuées. Ainsi le lavage des laines pratiqué avec des eaux dures a pour conséquence d'empêcher la fixation régulière des mordants et des matières colorantes. Les teinturiers doivent avoir une eau de température régulière, afin de travailler toujours dans les mêmes conditions et d'obtenir l'uniformité dans les teintures.

De là la nécessité d'examiner attentivement l'eau avant son emploi et de connaître les corps plus ou moins nuisibles aux intérêts industriels qu'elle tient presque toujours en solution. Si l'eau présentait sa composition théorique, c'est-à-dire la combinaison d'hydrogène et d'oxygène répondant à sa formule chimique, la plupart des désordres causés par son emploi dans l'industrie n'existeraient plus. Malheureusement, le sulfate de calcium et le carbonate de calcium sont contenus souvent dans les eaux, grâce à leur solubilité; pour le carbonate de calcium, la proportion varie considérablement à la faveur de l'acide carbonique, de telle sorte que, si l'eau est portée à l'ébullition, le gaz carbonique s'élimine et des dépôts nuisibles de carbonate de calcium se produisent; ces dépôts constituent les incrustations dans les générateurs de vapeur, forment des laques en teinture et produisent dans l'opération du savonnage des combinaisons calcaires insolubles et dispendieuses. Aussi ne doit-on pas employer dans les diverses fabrications des eaux contenant une trop grande quantité de

sels calcaires; si l'on est obligé d'employer une eau naturelle fortement calcaire, il faut lui faire subir une correction.

L'eau naturelle renferme encore assez souvent des chlorures de sodium, de potassium, de magnésium, de calcium, etc. Ces chlorures sont aussi la cause de désordres et d'inconvénients dans les industries qui en font usage.

L'épuration préalable des eaux est donc nécessaire. A cet effet, on peut employer différents composés chimiques. Les plus fréquemment employés sont :

1° La *chaux*, qui, en saturant l'acide carbonique en excès dans l'eau et à la faveur duquel le carbonate de calcium est en solution, entraîne la précipitation de ce carbonate :

2° Le *mélange de soude et de lait ou eau de chaux*, qui précipite les carbonates alcalins terreux et élimine les sulfates de calcium ou de magnésium et le chlorure de calcium ;

3° Le *mélange d'hydrate de chaux et de carbonate de sodium* (en ayant soin de mettre un excès d'hydrate de chaux), qui est meilleur marché et qui revient à épurer l'eau comme dans le cas précédent ;

4° La *magnésie*, qui précipite les bicarbonates alcalino-terreux et les transforme en carbonate neutre, avec production de carbonate de magnésium ;

5° L'*oxyde de fer* et les *sels de baryum*, les *oxalates alcalins* et l'*aluminate de baryum*, qui précipitent à la fois le carbonate et le sulfate de calcium ;

6° Les *acides* et, en particulier, l'acide chlorhydrique, qui transforment les carbonates alcalino-terreux en chlorures solubles, sans action énergique sur le sulfate de calcium.

L'importance de l'épuration chimique préalable a suscité de la part de l'esprit inventif des constructeurs de nombreux appareils spéciaux, facilitant beaucoup le problème de l'épuration des eaux.

Les principaux types d'épurateurs sont les appareils Paul Gaillet, Bérenger et Sturzl, Desrumaux, Dervaux, Clarke Atkins et Porter, Demailly, Maignen, Buron, Henri Carpentier, Howatson et Froitzheim.

Pour retenir les matières en suspension dans l'eau, on peut les faire passer à travers des corps poreux ou filtres ayant pour but de clarifier le liquide. Comme matière filtrante, on emploie des substances minérales animales ou végétales. Le gravier, le silice concassé, le coke et le sable forment surtout l'apport des substances minérales dans les filtres industriels; ajoutons encore la pierre ponce, des pierres calcaires poreuses et l'amiante en fibre ou en toile. Quant aux matières animales, on fait usage de feutre, d'éponges, de laine tontisse, ou d'étoffe de laine, ou de noir animal. Parmi les substances végétales, l'étaupe, la sciure et les fibres de bois, la paille, le charbon de bois et le coton sont surtout employés. Les filtres industriels sont

composés d'une ou plusieurs de ces matières filtrantes et sont alimentés d'eau, soit par la partie inférieure, soit par la partie supérieure. Les plus connus sont : les filtres David, Desrumaux, Dervaux, Delhote et Moride, Howatson, Buron, Philippe, Muller, Cambray, dont le lecteur trouvera la description dans l'ouvrage de M. H. de La Coux, *l'Eau dans l'industrie*.

Dans les transformations industrielles de l'eau en divers produits destinés à être absorbés par l'organisme, comme les boissons d'une façon générale, la glace et les boissons gazeuses, il importe de procéder à la stérilisation de l'eau.

Deux modes de stérilisation peuvent être employés :

1° Par action physique ;

2° Par action chimique.

La *stérilisation par action physique* s'effectue soit par filtration à travers des corps poreux, ayant pour but de retenir les microorganismes, soit par la chaleur, qui jouit de la propriété d'exercer sur les microbes une action destructive à certaines températures.

Les procédés de *stérilisation chimique* des eaux reposent sur l'action de corps susceptibles de produire une action oxydante énergique. Le chlorure de chaux, l'iode, le brome, le permanganate de potasse, le peroxyde de chaux et l'ozone peuvent être employés à cet effet.

Hydrotimétrie. — On désigne sous ce nom un procédé qui permet d'apprécier, d'une manière approximative, la dureté des eaux employées dans l'industrie et, en particulier, pour le blanchissage. La connaissance de la quantité de sels calcaires contenus dans une eau présente un grand intérêt, car, si on l'emploie pour le blanchissage, le savon ne commencera à agir qu'après avoir précipité la chaux et il y aura d'autant plus de savon consommé en pure perte que les sels calcaires seront plus abondants.

Le procédé hydrotimétrique de Boulton et Boudet repose sur le principe suivant : une dissolution alcoolique de savon, mélangée avec de l'eau chimiquement pure, puis agitée avec ce liquide, produit, même lorsqu'elle n'est qu'en très faible quantité, une mousse, persistant pendant dix ou quinze minutes, tandis que, dans une eau tenant en dissolution des sels de calcium ou de magnésium, la mousse ne peut apparaître qu'autant que ces sels ont été précipités ; la quantité minima de dissolution de savon nécessaire pour obtenir la mousse persistante est donc proportionnelle à la teneur en chaux et magnésie de l'eau essayée.

Cette teneur est évaluée au moyen d'une unité de convention, le *degré hydrotimétrique*, qui, par définition, correspond à une quantité de sels de calcium ou de magnésium équivalente à 0^{es},01 de carbonate de calcium par litre.

Les auteurs apprécient ces degrés hydrotimétriques au moyen d'une dissolution alcoolique de savon (*liqueur hydrotimétrique* ou *liqueur*

d'épreuve) dont le titre est fixé par l'emploi d'une solution normale de chlorure de calcium. Les concentrations de ces deux liquides sont tout à fait arbitraires; elles ont été fixées de la manière suivante :

La dissolution de chlorure de calcium s'obtient en dissolvant 0^{er},25 de chlorure de calcium, récemment fondu, dans la quantité d'eau nécessaire pour faire un litre.

La liqueur d'épreuve se prépare en dissolvant 100 grammes de savon de Marseille bien sec dans 1.600 grammes d'alcool à 90°, filtrant et ajoutant 1.000 grammes d'eau distillée.

Les instruments nécessaires pour ce genre d'analyse sont : un *flacon d'essai* et une *burette divisée*.

Le flacon d'essai, bouché à l'émeri, a une capacité de 60 centimètres cubes environ, et porte quatre traits circulaires, correspondant à des volumes de 10, 20, 30 et 40 centimètres cubes à partir du fond.

Quant à la burette, elle n'est pas divisée en centimètres cubes : elle doit donner, immédiatement et sans calcul, le degré hydrotimétrique correspondant au volume de liqueur d'épreuve employé pour obtenir la mousse persistante.

Or 1^{mol} = 100 de carbonate de calcium correspond à 1^{mol} = 111 de chlorure de calcium, et le degré hydrotimétrique, d'après sa définition, correspondra à $\frac{0,01 \times 111}{100} = 0^{\text{er}},0111$ de chlorure de calcium; par suite, le degré hydrotimétrique de la liqueur normale de chlorure de calcium sera

$$\frac{0,25}{0,0111} = 22.$$

De plus, si, comme l'ont proposé MM. Boutron et Boudet, l'on fait tous ces essais sur 40 centimètres cubes de liquide, l'expérience prouve que 40 centimètres cubes de liqueur normale exigent 2^{cm}3,4 de liqueur d'épreuve pour former une mousse persistante.

Par suite, si chacune des divisions de la burette doit représenter un degré hydrotimétrique, celles-ci s'obtiendront en divisant en 22 parties égales le volume de 2^{cm}3,4 et prolongeant ces divisions sur toute la hauteur de l'instrument. Ce n'est cependant pas ce qui a été fait : le volume de 2^{cm}3,4 a été partagé en 23 parties égales, et le 0°, au lieu d'être placé en regard du premier trait, a été inscrit à côté du second. Pour expliquer cette particularité, les auteurs font observer que, la quantité d'eau adoptée pour chaque expérience étant de 40 centimètres cubes, quelle que soit sa composition, ils la considèrent comme formée de 40 centimètres cubes d'eau pure et d'une proportion quelconque de matières susceptibles de décomposer le savon. Or, pour acquérir une certaine viscosité et devenir capable de produire une mousse persistante, 40 centimètres cubes d'eau pure exigent une division de liqueur d'épreuve; par suite, la première division de la burette

a dû être réservée pour cet usage et laissée en dehors de la graduation, afin que les divisions suivantes représentent uniquement la quantité de savon décomposée par les matières en solution dans l'eau.

Pour essayer une eau quelconque, on en verse dans le flacon d'essai jusqu'à la division 40, et l'on y ajoute goutte à goutte la liqueur d'épreuve en essayant de temps en temps s'il se produit par l'agitation une mousse persistante; on s'arrête lorsque celle-ci apparaît. La burette ayant été préalablement remplie jusqu'au trait circulaire qui précède le 0°, le numéro de la division à laquelle affleure le liquide restant indique le degré cherché.

Quand ce degré est supérieur à 25 ou 30, il se forme des grumeaux dans le liquide, et la méthode devient moins exacte. On tourne alors la difficulté en n'employant que 10, 20 ou 30 centimètres cubes de l'eau à analyser et en ajoutant de l'eau distillée pour faire 40 centimètres cubes, on détermine le titre de ce liquide comme nous venons de l'indiquer et, en multipliant le chiffre obtenu par 4, 2 ou $\frac{4}{3}$, on aura le degré cherché.

Les eaux dont le degré hydrotimétrique est inférieur à 30 sont d'un excellent usage pour la boisson, le blanchissage et la cuisson des légumes. Celles dont le titre est compris entre 30° et 60° sont moins bonnes pour l'alimentation; elles sont impropres au lavage du linge et cuisent mal les légumes; employées pour l'alimentation des chaudières à vapeur, elles y produisent rapidement des *incrustations* ou dépôts de sels calcaires. Enfin, les eaux qui marquent au-dessus de 60° sont impropres à tous les usages domestiques et industriels.

§ 2. — Usage individuel de l'eau comme boisson et comme agent de propreté.

Consommation. — La consommation moyenne par jour et par ouvrier, tant pour les soins de propreté que comme boisson, peut être évaluée à 5 litres. Le produit de ce chiffre par le nombre d'ouvriers et par le nombre de jours de travail dans une année fournira la dépense annuelle. En admettant que le nombre de jours de présence de l'ouvrier à l'atelier soit annuellement de trois cents jours et en désignant par n le nombre des ouvriers, la quantité d'eau à amener annuellement pour l'usage spécial du personnel sera donnée en mètres cubes par la formule :

$$Q = 1,5 \times n.$$

La dépense occasionnée variera avec les divers lieux, car les limites entre lesquelles se tient généralement le prix du mètre cube d'eau sont fort étendues; on conçoit qu'il en doit être ainsi à cause de la

valeur si essentiellement variable de l'eau, à cause des différences si grandes dans les prix de revient, les ressources locales, les difficultés de l'alimentation, l'importance des distributions. On en jugera par un coup d'œil sur le tableau suivant où sont groupés un certain nombre d'exemples, empruntés aux tarifs en vigueur :

	Le mètre cube
Banlieue de Paris.....	0,45
Versailles.....	0,40
Le Havre, Rennes, Rouen.....	0,30
Orléans.....	0,27
Clermont.....	0,25
Saint-Etienne.....	0,22
Toulouse.....	0,20
Angers, Lyon, Reims.....	0,18
Bordeaux.....	0,15
Lille, Dijon.....	0,14
Tours.....	0,13 à 0,08
Roubaix et Tourcoing.....	0,13 à 0,07
Grenoble.....	0,05

Importance de l'eau potable. — Il semble démontré par l'expérience que les eaux sont le véhicule principal de plusieurs maladies épidémiques, notamment de la fièvre typhoïde, du choléra, etc.

Combien de fois, dans les campagnes, n'a-t-on pas constaté qu'une épidémie suivait le cours d'un ruisseau servant d'égoût à des villages ou à des fermes, qu'une autre était concentrée autour d'une fontaine ou d'un puits en communication avec les fumiers et avec les fosses d'aisances recevant les déjections de malades? Souvent, la communication a pu être prouvée en jetant de la fuchsine sur le fumier; la couleur de la teinture ne tardait pas à paraître dans les eaux du ruisseau ou du puits voisins.

Les eaux de puits, notamment, sont des plus dangereuses, parce que leur limpidité et leur fraîcheur inspirent confiance. Il en est cependant qui renferment plusieurs grammes par litre de produits ammoniacaux et organiques, milieu favorable à la pullulation des germes.

L'importance de l'eau potable au point de vue de la santé publique est même plus indispensable que celle de l'air. L'alimentation des ateliers en eau de bonne qualité est donc, parmi les questions sanitaires, une de celles qui méritent au plus haut degré d'attirer l'attention des industriels.

Caractères d'une eau potable. — Pour qu'une eau soit bonne comme boisson, il faut qu'elle soit fraîche, sans odeur, d'une saveur légère, mais agréable; elle doit cuire les légumes et dissoudre le savon.

Une eau ne remplit ces conditions que si elle est bien aérée, et contient en dissolution des matières minérales dont le poids peut varier

de 0^{gr}.1 à 0^{gr}.5 par litre. La présence de l'acide carbonique, en quantité convenable la rend agréable au goût et facile à digérer. L'eau privée d'air a un goût fade, elle est d'une digestion difficile; les goîtres dont sont affectés les habitants des plateaux voisins des glaciers sont dus, suivant M. Boussingault, à l'usage de l'eau non aérée qui provient de la fonte des glaces.

La présence du carbonate de chaux, du phosphate de chaux et du chlorure de sodium dans l'eau est utile pour la nutrition en général et pour le développement osseux en particulier. Le sulfate de chaux est, au contraire, nuisible dès qu'il atteint une certaine proportion.

Essai d'une eau potable. — On reconnaît facilement une eau potable à ce qu'elle ne donne à la teinture de campêche qu'une légère coloration rose, et ne forme pas de grumeaux quand on y verse quelques gouttes d'une solution alcoolique de savon.

Les eaux chargées de matières organiques (eaux dormantes des mares et des étangs) doivent être rejetées: elles se corrompent trop facilement; elles sont d'ailleurs privées d'oxygène, parce que ce gaz a été absorbé par la combustion lente des matières organiques. La présence de ces matières se reconnaît à ce que l'eau portée à l'ébullition avec quelques gouttes de chlorure d'or prend une coloration brune due à la réduction du sel d'or. Une eau chargée de matières organiques décolore aussi à chaud le permanganate de potassium additionné de une ou deux gouttes d'acide sulfurique.

Limites entre lesquelles doivent se maintenir les éléments d'une eau potable. — D'après les analyses et observations faites et aussi d'après les règles admises habituellement par le Comité consultatif d'hygiène de France, on peut résumer dans le tableau suivant les limites entre lesquelles doivent se maintenir les principaux éléments d'une eau considérée comme potable, les poids étant évalués en milligrammes par litre :

DÉSIGNATION des éléments	EAU PURE	POTABLE	SUSPECTE	MAUVAISE
Degré hydrotimétrique total.....	0° à 15°	15° à 30°	+ de 30°	+ de 100°
Degré hydrotimétrique après ébullition.....	2° à 5°	5° à 12°	12° à 18°	+ de 20°
Chlore par litre.....	— de 15 ^{mg}	— de 40 ^{mg}	50 à 100 ^{mg}	+ de 100 ^{mg}
Acide sulfurique par litre.....	2 à 5 ^{mg}	5 à 30 ^{mg}	+ de 30 ^{mg}	+ de 50 ^{mg}
Matière organique (en oxygène) par litre...	— de 1 ^{mg}	— de 2 ^{mg}	de 3 à 4	+ de 4
Produits volatils en rouge sombre.....	— de 15 ^{mg}	— de 40 ^{mg}	40 à 70	+ de 70
Nombre de bactéries par centimètre cube.....	— de 1.000	1.000 à 5.000	+ de 10.000	+ de 100.000

Il est clair que ce tableau renferme seulement les indications générales. A égalité de degré hydrotimétrique, une eau carbonatée est bien supérieure à une eau sulfatée. La nature des bactéries a elle-même une importance capitale. Les circonstances physiques, géologiques et matérielles dont une eau est entourée sont donc à considérer avec la plus grande attention.

Il faut surtout se rendre compte de la provenance des substances contenues dans une eau et voir si leur présence n'indique pas une pollution dangereuse. Qu'une eau renferme une assez forte dose de chlorures ou de sulfates, cela pourra n'avoir qu'une faible influence si l'on sait que ces sels proviennent d'un banc salifère ou gypseux; il en sera tout autrement si ces corps, ne pouvant s'expliquer par la constitution géologique du sol, deviennent l'indice d'infiltrations urinaires et fécaloïdes.

Epuraton des eaux au point de vue de leur emploi comme boisson. — L'épuration des eaux au point de vue de leur emploi comme boisson peut s'effectuer par diverses méthodes suivant la nature des matières organiques que ces eaux renferment.

1° *Par filtration à travers du charbon de bois.* — Ce procédé est surtout applicable aux eaux de mares ou de citernes qui ne renferment que des matières organiques en décomposition. Le filtre se compose d'une cuve en bois, dans laquelle est disposée une couche de charbon de bois maintenue entre deux couches de sable. Les matières en suspension sont retenues par le sable et les gaz putrides sont absorbés par le charbon.

2° *Par filtration à travers de la porcelaine déglourdie (filtre Chamberland).* — Ce filtre se compose d'un cylindre creux en porcelaine déglourdie renfermé dans un manchon en cuivre nickelé qui s'adapte au robinet de distribution. L'eau traverse sous pression la porcelaine du tube, du dehors en dedans, et s'écoule par sa partie inférieure après s'être débarrassée de tous les germes qu'elle tenait en suspension.

3° *Par filtration sur du fer métallique.* — L'eau traverse une couche de grenaille ou de tournure de fer maintenue entre deux couches de sable. Le fer s'oxyde et se transforme en oxyde ferrique, qui détermine l'oxydation de la matière organique à laquelle il cède une partie de son oxygène, qu'il reprend ensuite à l'air que l'eau tient en dissolution. Par ce procédé, on arriverait, paraît-il, non seulement à détruire toutes les matières organiques mortes, mais encore à arrêter et même détruire la vitalité des infusoires et des microbes. Après son contact avec le fer, l'eau ayant perdu son oxygène, il est utile de la faire tomber en cascade ou d'y insuffler de l'air qui, en même temps, détermine la précipitation de tout le fer dissous.

4° *Par ébullition.* — Ce serait le procédé le plus efficace lorsque les eaux peuvent être soupçonnées contenir des microorganismes pathogènes.

§ 3. — Des eaux résiduaires et de lavage.

Les sucreries, les distilleries, les brasseries, les féculeries, les amidonneries, les papeteries et cartonneries, l'industrie des peaux, les usines de teinture, les peignages de laine, les fabriques qui préparent ou emploient les acides minéraux et organiques donnent naissance à des quantités abondantes d'eaux résiduaires et de lavage. Ces eaux, qui sont une cause de gêne et d'insalubrité, ne peuvent être évacuées dans les cours d'eau voisins qu'après l'épuration plus ou moins complète exigée par les règlements administratifs. Dans certains cas, l'épuration peut être conduite de façon à récupérer les matières utiles qui se trouvent contenues dans les eaux résiduaires; c'est vers ces moyens d'utilisation que tendent depuis quelque temps les efforts des industriels et des chimistes; nous allons donner ci-après la description de quelques procédés d'épuration préalable des eaux résiduaires ou de lavage.

Procédé Oppermann. — Après avoir préparé une solution de sulfure de sodium, on la verse dans une solution de perchlorure de fer; ce mélange, introduit dans un tonneau muni d'une ouverture dont on règle l'écoulement, est déversé dans un bassin contenant l'eau à épurer; lorsque le mélange est bien fait, on verse à quelques mètres plus loin un lait de dolomie, pour amener la purification des impu-

retés. Avec ce système, l'épuration de 40.000 hectolitres d'eaux vannes par jour provenant de la sucrerie de Lambres a été estimée à 100 francs. D'après M. de La Coux, ce procédé, qui n'a été jusqu'à présent appliqué qu'aux sucreries, trouverait un emploi efficace au traitement des eaux résiduaires de bien d'autres industries.

Procédé Gaillet et Huet. — On remplit d'abord un tonneau d'une solution de perchlorure de fer, et on déverse son contenu par une ouverture réglée dans un bassin renfermant les eaux vannes à épurer. L'eau ainsi mélangée continue son cours; puis, un peu plus loin, on fait couler un lait de chaux par le robinet d'un malaxeur dont on éteint continuellement de la chaux. Il se forme un précipité d'oxyde de fer qui entraîne par son poids considérable le coagulum de chaux et de matières organiques en suspension; on obtient des boues chaulées, qui peuvent être utilisées comme un engrais, riches en principes fertilisants. Le coût du traitement journalier à la Sucrerie centrale de Flavy-le-Martel est de 56 fr. 775 pour traiter 14.000 hectolitres d'eaux vannes, c'est-à-dire 0 fr. 04 par hectolitre d'eau à épurer.

Procédé Piet et Dumas. — On envoie l'eau résiduaire dans un réservoir contenant 1 kilogramme de chaux vive par tonne d'eau à épurer; les matières albuminoïdes et les sulfates sont précipités. Après avoir décanté, on ajoute au liquide de l'hypochlorite de soude ou de chaux, en dose telle que, par mètre cube d'eau, on introduise 15 litres de gaz chlore. On laisse la réaction se faire pendant six heures; ensuite, on envoie dans le liquide de l'acide carbonique afin de précipiter la chaux; enfin, une décantation et une filtration terminent le traitement.

Procédé Howatson. — On mélange au fur et à mesure les eaux résiduaires avec un produit désigné sous le nom de « ferozone », préparé de différentes manières suivant les eaux à épurer, mais qui contient une grande proportion de sels ferreux ou ferriques.

Procédé Buisine. — On fait usage du sulfate ferrique que MM. A. et P. Buisine sont parvenus à obtenir au moyen de la pyrite grillée. Cette pyrite, résidu des usines de produits chimiques qu'on peut se procurer abondamment à très bas prix, est arrosée avec de l'acide sulfurique à 66° Baumé, de façon à faire une bouillie épaisse; si l'on maintient la masse ainsi obtenue à 100-150° pendant quelques heures, la pyrite se couvre d'une couche blanchâtre de sulfate ferrique. Quand la masse est redevenue sèche et pulvérulente, l'acide est à peu près complètement saturé; il suffit de le traiter alors par de l'eau en quantité convenable pour avoir une solution de sulfate ferrique au degré voulu. En opérant méthodiquement, on arrive à dissoudre la totalité de la pyrite grillée sous forme de sulfate ferrique. La solution de sulfate ferrique ainsi obtenue constitue un excellent réactif pour l'épuration des eaux industrielles. Son prix de revient rend possible son emploi pour l'épuration de grands volumes d'eau. Il résulte des

expériences faites sur les eaux résiduaires de Lille, Roubaix, Tourcoing, que le sulfate ferrique, qui est soluble, produit une épuration plus complète que l'addition du lait de chaux sans être plus cher.

Procédé Le Châtelier. — Ce procédé consiste à employer des pyrites de Picardie, qui contiennent des sels d'alumine et de fer, ou bien des bauxités traitées par l'acide sulfurique. De nombreux essais sur les eaux résiduaires d'usines diverses, en particulier sur les eaux vannes des sucreries, ont fourni de bons résultats. Ce traitement revient environ à 0 fr. 02 par mètre cube d'eau à épurer.

Procédé électrochimique Webster. — On fait passer un courant électrique dans les eaux résiduaires, à l'aide d'une dynamo communiquant par des fils conducteurs à des électrodes en fonte de qualité ordinaire.

Procédés spécialement applicables aux eaux provenant du travail des laines brutes. — De ces eaux, on peut extraire de la potasse et des corps gras qui ont une grande valeur. Les procédés de récupération des principes utiles sont différents suivant que l'on traite les eaux de désuintage, les eaux vannes de lavage ou les eaux de lissage des laines.

Les eaux de désuintage fournies par le lavage à l'eau froide des laines en suint contiennent de la potasse, que l'on extrait par évaporation à siccité. L'extraction de la potasse se fait encore aujourd'hui par le procédé Maumené et Rogelet; les eaux, après avoir passé sur plusieurs laines pour s'enrichir, sont conservées comme eaux de suint, lorsqu'elles marquent 10 à 12° B. On les évapore ensuite à siccité, et le résidu calciné dans les cornues fournit un gaz pouvant être utilisé à l'éclairage. Le résidu obtenu à la suite de cette calcination, repris par l'eau, procure un salin potassique brut titrant environ 70 à 80 0/0 de carbonate pur, avec un rendement de 5 à 7 kilogrammes de salin brut pour 100 kilogrammes de laine en suint.

Dans les eaux de lissage des laines se trouvent les huiles qui ont été introduites pour faciliter le peignage de la laine et le savon qu'on a employé pour émulsionner ces huiles. Le traitement de ces eaux ne souffre aucune difficulté; il suffit de faire une addition d'acide chlorhydrique pour obtenir un magma qui, pressé, produit une matière grasse pouvant être utilisée à la fabrication des savons et estimée de 60 à 80 francs les 100 kilogrammes.

Les eaux vannes de lavage des laines qui proviennent du lavage à chaud des laines désuintées ou à dos par le savon sont celles qui présentent le plus de difficultés à épurer. Divers modes d'épuration ont été imaginés. Nous ne décrivons que celui employé à l'usine Holden, de Croix, et à l'usine Seydoux, du Cateau. Dans ces deux établissements industriels, les eaux savonneuses à épurer passent dans un bassin en tôle doublé de plomb dans lequel on introduit 5 kilogrammes d'acide chlorhydrique du commerce à 22° B. par mètre

cube. Il se produit aussitôt une décomposition des graisses en acides gras et il se forme à la surface de l'eau un magma qui contient la majeure partie de la graisse et des matières terreuses. Ce magma pressé à chaud fournit une graisse non saponifiable; le résidu contenant encore de la matière grasse est traité par le sulfure de carbone. A l'usine Holden, la graisse récupérée est estimée à 25 francs les 100 kilogrammes, et, comme on en extrait 6 kilogrammes par mètre cube, ce traitement fournit donc pour 1 fr. 50 de graisse par mètre cube.

Les 5 kilogrammes d'acide chlorhydrique employés par mètre cube coûtant 0 fr. 20, il y a donc une somme de 1 fr. 30, largement suffisante pour payer les frais divers de main-d'œuvre et pour permettre de réaliser un bénéfice.

Procédé spécialement applicable aux eaux résiduaires des amidonneries et des féculeries. — Dans les amidonneries, on a trois variétés d'eaux résiduaires : l'eau de trempe du maïs, chargée d'impuretés, fermentant rapidement et d'une odeur repoussante, l'eau de lavage du riz, l'eau provenant de la décantation. On épure ces eaux en employant par mètre cube d'eau 2 kilogrammes de perchlorure de fer et 3 kilogrammes de chaux; on retire 13 kilogrammes de tourteaux secs qui peuvent être employés comme engrais.

Les eaux résiduaires des féculeries proviennent, les unes du lavage des tubercules; les autres des plans à fécules et des citernes. Ces eaux, purifiées chimiquement par le procédé chimique applicable aux amidonneries, se clarifient très vite avec les filtres Paul Gaillet, de Lille, qui consistent à offrir aux liquides chargés de particules solides des obstacles sur lesquels ces particules se déposent; l'eau épurée peut servir de nouveau au lavage des pommes de terre.

§ 4. — Élévation de l'eau.

L'élévation de l'eau se fait en général avec des pompes et quelquefois avec des norias ou chapelets.

On peut distinguer quatre espèces de pompes :

- 1° Les pompes alternatives;
- 2° Les pompes rotatives;
- 3° Les pompes oscillantes;
- 4° Les pompes centrifuges.

Pompes alternatives. — Le principe du fonctionnement des trois premières espèces de pompes est le même; une capacité (corps de pompe), limitée par un ou plusieurs pistons mobiles, s'agrandit et se rétrécit alternativement.

Quand elle s'agrandit, l'eau du bassin d'épuisement ou d'alimenta-

tion s'introduit dans le corps de pompe; quand elle se rétrécit, l'eau est rejetée au dehors.

Dans presque toutes les pompes, l'eau s'introduit par suppression de la pression atmosphérique dans le tuyau dit d'aspiration, et, par conséquent, par l'action de cette pression sur la nappe ambiante; on les dit aspirantes.

Il n'y a d'exception que pour certaines pompes d'arrosage, pour les pompes à incendie, etc., dans lesquelles l'eau entre par son propre poids. Les pompes sont à simple ou à double effet.

Pompes à simple effet. — En général, dans ces pompes, le mouvement d'introduction de l'eau a lieu seulement pendant le mouvement d'aller du piston et non pendant son retour.

Les pompes à simple effet verticales sont dites élévatoires, si elles soulèvent l'eau, c'est-à-dire si le piston et l'eau montent en même temps, et foulantes si le piston, en descendant, fait monter l'eau.

Pompes à double effet. — Dans ces pompes, chaque coup simple de piston produit l'ascension du liquide. Elles ont donc l'avantage, sur les pompes à simple effet, de donner un débit à peu près double à volume égal et de réduire les intermittences du mouvement de la colonne liquide. Mais on peut réaliser aussi ces conditions avec une pompe à simple effet, comme la pompe Fairve.

Les pompes à simple effet n'ayant qu'une course active sur deux, on voit que le liquide, en repos quand le piston descend, doit repartir à nouveau, malgré son inertie, à chaque montée. De plus, l'écoulement est discontinu, et la pompe encombrante, puisque le volume engendré par le piston, dans un temps donné, est deux fois plus grand que le volume d'eau envoyée.

Les pompes à double effet évitent ces deux inconvénients, mais elles présentent à un plus haut degré le défaut dû à l'inertie de l'eau dans le corps de pompe. On voit, en effet, que l'eau entrée par aspiration dans le corps de pompe est refoulée ensuite en sens contraire.

Ce sont ces changements de sens et les chocs qui les accompagnent qui obligent à conduire les pompes alternatives très lentement, en moyenne 15 tours à la minute.

Les constructeurs ont cherché à éviter pour l'eau ces changements de sens et, par suite, à augmenter la vitesse du piston.

Dans la pompe à double effet dite jumelle de Stolz, les deux pistons se meuvent en sens inverse.

Le piston de droite, en s'élevant, aspire l'eau du réservoir et force l'eau qui est au-dessus de lui à passer par un tube latéral et à traverser le piston de gauche, qui s'abaisse.

Le piston de gauche, en s'élevant, aspire à travers le premier et rejette l'eau située au-dessus de lui-même vers le tuyau de décharge.

Dans la pompe à double effet Farcot, destinée à l'élévation des eaux de la ville de Lisbonne, les deux pistons se meuvent dans le même sens.

Quand les pistons montent, celui de droite aspire à travers celui de gauche. Quand ils descendent, c'est le dernier qui refoule à travers le premier.

Emploi des pompes alternatives. — Les pompes alternatives conviennent à élever l'eau à toute hauteur, puisqu'on n'est limité que par la résistance des matériaux; mais les transmissions de mouvement (bielle et manivelle) sont encombrantes et défectueuses.

Pompes à piston plongeur. — Pour les grandes hauteurs de refoulement, les pompes sont presque toujours à piston plongeur (cylindres pleins formant tige et piston), disposition qui permet de visiter et de refaire facilement la garniture.

Actuellement, on ne craint pas de donner aux pistons des grandes machines élévatoires des vitesses comparables à celles des pistons à vapeur. On a pu ainsi (sans diminuer ni la puissance ni le rendement) réduire dans de fortes proportions les dimensions des appareils, et simplifier dans une large mesure toutes les transmissions.

Mais, dans ce cas, les considérations théoriques précédentes conservent toujours leur valeur, car on a pris les dispositions suivantes.

Le cylindre est d'un diamètre beaucoup plus grand que le plongeur, et celui-ci se termine par un cône; il en résulte que, dans le déplacement du plongeur, les vitesses des molécules d'eau sont sensiblement perpendiculaires à l'axe du cylindre et beaucoup plus petites que celles du piston; enfin de larges soupapes offrent à l'écoulement des orifices assez grands pour que le fluide, en les franchissant, n'y prenne pas des vitesses trop considérables.

Pompes à action directe. — Les pompes à action directe, c'est-à-dire celles dont le plongeur est monté directement sur la tige du piston d'une machine à vapeur, comportent, en général, les modifications précédentes et réalisent évidemment la simplification des transmissions. Telles sont les pompes du condenseur Corliss, les petits-chevaux alimentaires.

Pompes à cylindre captant. — Cette simplification est encore plus grande dans la pompe à cylindre captant que construisit, le premier, M. de Montrichard.

Le piston, qui a la forme d'un filet de vis carré, est guidé par deux galets de roulement; cette disposition permet de provoquer, par une impulsion rotative ou rectiligne exercée sur l'axe, le déplacement alternatif du piston, d'où diminution et accroissement alternatifs de la capacité du corps de pompe.

Pompes rotatives. — Il y en a un très grand nombre de modèles qui sont à un ou deux axes.

Dans la pompe rotative Stolz à un axe, le corps de pompe est partagé en quatre compartiments qui viennent successivement se remplir d'eau à l'aspiration et se déverser au refoulement. Cette pompe, marchant à 65 tours, élève de l'eau à 7 mètres; son rendement est

alors de 0,43. Dans la pompe rotative Greindl à deux axes, à l'intérieur du corps de pompe, tournent en sens inverse, autour de deux axes parallèles, deux rouleaux cylindriques identiques à palettes et échancrures, de manière que les palettes soient toujours tangentes au corps de pompe ou aux échancrures. Cette disposition supprime les soupapes, empêche constamment la communication entre l'aspiration et le refoulement.

A chaque révolution complète, les palettes font office de piston en pénétrant dans les échancrures des rouleaux.

Cette pompe fait 130 à 300 tours à la minute, élève l'eau jusqu'à 25 mètres, et son rendement peut atteindre 0,80.

Ces pompes rotatives occupent un très petit volume, fonctionnent à des vitesses très variables, débitent d'assez grands volumes d'eau et permettent de supprimer, entre le moteur et la machine, tous changements de direction et transformation de mouvement, tels qu'en comportent les pompes alternatives. La hauteur d'élévation de l'eau est limitée à 25 ou 30 mètres.

Les inconvénients sont les suivants :

Il peut y avoir dans ces machines des frottements considérables créés sous prétexte d'avoir des organes jointifs et d'éviter les fuites. La construction ou la disposition des organes mobiles peut déterminer des compressions ou des évacuations d'eau forcées par des sections insuffisantes, fatiguant ainsi énormément le mécanisme.

Pompes oscillantes. — Les pompes oscillantes sont actuellement presque abandonnées. Le piston tournant, au lieu de faire un tour complet comme dans les pompes rotatives, oscille seulement dans le corps de pompe.

Pompes centrifuges. — Les pompes centrifuges agissent, relativement à un liquide, comme les ventilateurs se comportent relativement à l'air. Ces pompes sont utilisées de plus en plus. Voilà pourquoi nous donnerons ci-après la méthode de calcul susceptible d'être appliquée aux diverses pompes centrifuges, mais convenant plus spécialement aux pompes centrifuges Schabaver.

Installation de la pompe Schabaver. — On se donne ordinairement le débit de la pompe et l'on connaît la hauteur à laquelle on veut élever le liquide. La longueur des tuyaux variant suivant la distance à laquelle on veut transporter le liquide, le diamètre de ces tuyaux pour un même débit ne sera pas le même.

En effet, le passage d'un liquide dans des tuyaux donne lieu à des pertes de charge qui sont proportionnelles à la longueur de ces tuyaux. Les tables calculées d'après la formule de Prony donnent la valeur de ces pertes pour un débit déterminé dans des tuyaux de diamètre déterminé. Si l'on est limité par la force, on a intérêt à réduire le plus possible les pertes de charge en donnant une faible vitesse d'écoulement dans les tuyaux et, par suite, un gros diamètre. Si, au

contraire, on a un excès de puissance (usines hydrauliques), on donne un faible diamètre de tuyaux occasionnant des pertes de charge plus élevées, mais aussi une dépense d'installation moins considérable.

Dans l'un et l'autre cas, connaissant les pertes de charge, on fait le total de ces pertes et de la différence de niveau, et l'on a ainsi la hauteur totale d'élevation. Pour les pompes centrifuges, cette détermination des pertes de charge est capitale, car la hauteur d'élevation dépend de la vitesse de la pompe. Voici, d'ailleurs, la méthode applicable pour déterminer la pompe à employer dans un cas déterminé.

Soient Q le débit par seconde, H la différence de niveau, h l'ensemble des pertes de charge, D le diamètre de l'appareil tournant de la pompe.

L'eau sortant de l'appareil tournant possède une vitesse V_1 , qui est la résultante des vitesses tangentielle V et radicale v .

Théoriquement, pour que la pression donnée par la pompe soit suffisante pour donner le débit voulu, il faut que la pression représentée

par V_1 (soit $P = \frac{V_1^2}{2g}$) soit supérieure à $(H + h)$ de la pression nécessaire pour assurer l'écoulement. Cette dernière pression est d'ailleurs très faible, car la vitesse qu'elle imprime est précisément celle du liquide dans le tuyau de refoulement. La vitesse correspondante à la pression $H + h$ est $\sqrt{2g(H + h)}$.

Nous devons donc avoir :

$$V_1 > \sqrt{2g(H + h)}.$$

La différence ci-dessus étant pour un débit normal inférieure à $V_1 - V$, on en déduit

$$V < \sqrt{2g(H + h)}.$$

C'est ainsi que, dans de nombreux essais, on a trouvé comme valeur de la vitesse tangentielle 0,88 $\sqrt{2gH}$, 0,90, 0,93, etc.

Malgré cela, pour parer à des pertes de charge supplémentaires, dues soit à l'encrassement des tuyaux, soit à d'autres causes, nous prenons comme vitesse tangentielle de l'appareil tournant

$$V = \sqrt{2g(H + h)}.$$

La vitesse de rotation par minute est donnée par la formule

$$n = \frac{60V}{\pi D},$$

et la puissance en chevaux :

$$N = \frac{Q(H + h)}{75K},$$

K étant le rendement de la pompe.

Ce rendement est très variable. Il est d'autant plus élevé que les pompes sont plus grosses. Et, en effet, pour une même vitesse d'écoulement, la perte de charge par mètre est d'autant plus grande que le diamètre est plus petit. Dans un tuyau de 50 millimètres et pour une vitesse d'écoulement de 1 mètre, la perte par mètre est $0^m,029247$, alors que, dans un tuyau de 500 millimètres pour la même vitesse, la perte n'est que de $0^m,002924$, soit 10 fois moins.

Pour les petites pompes Schabaver, les rendements peuvent descendre pour les débits normaux à 35 0/0. Pour les autres pompes du même système, les rendements augmentent avec la grosseur et peuvent atteindre 75 à 80 0/0. C'est ainsi qu'une pompe Schabaver donnant $19^l,5$ par seconde à 92 mètres de hauteur a eu 63 0/0 comme rendement.

Pour tous les détails concernant les appareils élévatoires de l'eau, nous renvoyons le lecteur à un intéressant ouvrage, *les Pompes*¹, par M. R. Masse.

¹ *Les Pompes*, par R. MASSE, avec une préface de M. HATON DE LA GOUILLIÈRE. 1 vol. grand in-8° jésus, de 528 p., avec 957 fig. Broché, 30 francs. V° Ch. Dunod, éditeur, 49, quai des Grands-Augustins, Paris.

CHAPITRE IX

MESURES A PRENDRE DANS LES ATELIERS OU LE RISQUE D'INCENDIE EST TRÈS GRAND

En règle générale, on considère comme locaux de travail dangereux au point de vue incendie les fabriques et les ateliers dans lesquels on façonne le bois, le papier, le celluloïd, où l'on fabrique des articles de toilette, des fleurs artificielles, des jouets ainsi que des articles faits avec du coton ; où l'on prépare, manutentionne ou emploie des graisses, des huiles, des vernis, du goudron, de l'éther, des alcools, de la benzine, du pétrole ; enfin dans lesquels peuvent tout spécialement se former des mélanges aisément inflammables ou explosifs par le moyen de poudres, de poussières, de gaz ou de vapeur. De plus, les fabriques de tapis et de matelas.

Éventuellement on peut ajouter à ces locaux industriels, les magasins qui en dépendent aussi bien que les magasins contenant des objets aisément combustibles (par exemple les matières servant à la confection des matelas, des meubles, la plume) et dans lesquels des personnes sont appelées à séjourner.

Ces établissements tombent à Berlin sous l'application des règles qui suivent, lesquelles ont été traduites par M. Boulin, inspecteur du travail à Lyon.

§ 1. — Sous-sol.

1. Les exploitations et les ateliers à feu situés en sous-sols doivent toujours être séparés du rez-de-chaussée et des autres locaux en sous-sol par des plafonds et des cloisons en matériaux incombustibles. Dans le cas où le danger incendie est particulièrement à craindre, ces plafonds et ces cloisons seront en matériaux réfractaires.

2. Les locaux d'une certaine étendue situés en sous-sol devront, autant que possible, même quand il s'agit d'une exploitation unique être partagés en plusieurs divisions par des cloisons en matériaux réfractaires, pourvues de portes à l'épreuve du feu.

3. Les magasins en sous-sol contenant des matières et des déchets pouvant dégager une fumée épaisse et âcre (étoupes, copeaux, papier) seront pourvus, à défaut d'un nombre suffisant de fenêtre, d'un système pratique de ventilation pouvant être dirigé de l'extérieur.

4. Dans les courettes ou puits de lumière, les ouvertures situées vis-à-vis les unes des autres seront, d'un côté seulement, soit supprimées, soit fermées au moyen d'un verre grillagé, scellé dans la muraille ou à l'aide de fermetures à l'épreuve du feu.

5. Au-dessous et dans le voisinage immédiat des accès d'entrée dans le rez-de-chaussée, les ouvertures éclairant les pièces en sous-sol seront pourvues d'une vitre grillagée qui sera fermée ou qui sera scellée dans la muraille.

§ 2. — Combles.

6. Les exploitations réputées dangereuses au point de vue incendie situées dans les combles ne seront tolérées que lorsqu'elles répondront aux prescriptions établies à ce sujet par la police des bâtiments.

7. Les locaux d'industrie ou les magasins réputés dangereux au point de vue incendie doivent être séparés du reste des combles par une cloison réfractaire. En ce qui concerne les issues de sortie, on sera tenu de se conformer à la règle 17.

8. Les ouvertures pratiquées pour le nettoyage de la cheminée qui donneront dans ces locaux seront murées. Dans le cas où, par suite de l'emploi d'une certaine quantité de matériaux inflammables, ou pour des motifs analogues, il y aurait des motifs de craindre un incendie, toutes les parties en bois visibles (combles d'assemblage, entourages d'ouvertures de lanternaux, etc.), doivent être pourvus d'un revêtement à l'épreuve du feu.

9. Il est interdit d'entreposer sur le plancher des combles toute substance détonnante, pièce d'artifice ou autre matière susceptible de s'enflammer spontanément ou d'exploser, de même que les acides minéraux. L'autorité compétente peut accorder des exceptions à cette règle.

§ 3. — Dispositifs de sûreté pour les parties de la construction en bois ou en fer.

10. Dans les locaux d'industrie et dans les magasins réputés dangereux au point de vue incendie, les poutres en bois seront revêtues d'un garnissage, d'un enduit ou de tout autre substance également efficace au point de vue de l'inflammabilité. De plus, dans le cas éventuel où la construction serait particulièrement exposée, par suite de la présence d'une certaine quantité de substance inflammable ou pour toute autre cause, les parties constituantes en fer servant de soutien ou de support à la construction doivent être revêtues d'une enveloppe à l'épreuve d'une température élevée; de même, le bois aura un revêtement ininflammable.

Tous les revêtements seront maintenus en place et en bon état; ils

seront garantis d'une manière spéciale aux endroits où ils risquent d'être endommagés facilement.

Les doisons en bois seront nettoyées et pourvues d'un garnissage. L'empbi des étoffes comme portière doit être écarté. Les auvents en bois seront parfaitement polis au rabot des deux côtés; les rideaux remplissant le même but devront être composés d'une étoffe s'enflammant avec difficulté.

§ 4. — Division de l'exploitation et des étages.

11. Les locaux industriels ou les magasins réputés dangereux au point de vue incendie, ainsi que les locaux dans lesquels se trouve un moteur à gaz, ou toute autre disposition offrant des dangers devront, en règle générale, être séparés par une cloison en matériaux réfractaires des exploitations voisines, des logements ou de tout autre local destiné à une réunion de personnes. Ces cloisons ne pourront être pourvues que de portes à l'épreuve du fer et susceptibles d'intercepter la fumée.

Si le local occupe une grande superficie, il peut être prescrit qu'une cloison de cette nature partagera l'exploitation en plusieurs divisions indépendantes.

12. Dans le cas où une partie seulement de l'exploitation présenterait des dangers au point de vue incendie, cette partie devra être séparée des autres, de manière à mettre celles-ci à l'abri du feu.

13. Quant aux exploitations qui, dans un bâtiment, ne sont pas jugées dangereuses au point de vue incendie, elles seront séparées les unes des autres et des logements voisins par une cloison à l'abri du feu (cloison en planches enduites sur les deux faces, ou recouverte d'une couche de plâtre, etc.). Les portes battantes à coulisse en bois raboté seront permises.

14. Les ouvertures, les puits, les cages d'escalier par lesquels le feu ou la fumée peuvent être conduits d'un étage à un autre ou d'une exploitation à une exploitation voisine, seront supprimés ou obturés par une fermeture incombustible.

15. Les arbres de transmission seront entourés, à l'endroit où ils traversent les cloisons et les planchers, d'un manchon obturant l'ouverture et ininflammable.

Les ouvertures pratiquées dans les plafonds pour le passage des autres organes de transmission (sangle, courroie, câble, engrenage, etc.) seront le plus souvent armées d'un emboîtement unilatéral en matériaux incombustibles, chemise en fer-blanc à l'épreuve du feu, xylo-lithe, etc.) ou des deux côtés par des planches revêtues d'une feuille de fer-blanc.

Les ouvertures pratiquées pour le passage des organes de trans-

mission dans les cloisons établies d'après les règles 11, 12 et 13 seront obturées de la même façon.

16. Les ouvertures pratiquées dans les plafonds ou dans les cloisons pour le passage des tuyaux, des fils ou de tiges solides, seront obturées de manière à empêcher la pénétration de la fumée ou du feu.

§ 5. — Vestibules, escaliers, couloirs, dispositifs d'évacuation.

17. Les locaux industriels offrant des dangers au point de vue incendie, aussi bien que les logements, les ateliers et les locaux où se réunissent différentes personnes, placés au-dessus et situés dans les étages supérieurs, devront pouvoir être évacués au moyen de deux escaliers. Cette prescription doit être rigoureusement appliquée. L'un des escaliers pourra être remplacé par une issue de sortie spéciale offrant en arrière une voie de dégagement, ou par une échelle de sûreté. Ces issues seront annoncées au moyen d'un écriteau, de flèches ou par tout autre indication visible de loin.

Quant aux locaux situés au dessous des exploitations qui, d'après leur nature ou leur importance font courir des dangers spéciaux aux étages supérieurs, ils ne devront pas être employés comme logements ou comme lieu de réunion.

18. Les escaliers en bois seront lattés en dessous, enduits et nettoyés ou bien pourvus dans toute leur étendue d'un revêtement ininflammable. Là où le danger incendie est tout spécial, les escaliers seront en fer ou en pierre naturelle.

19. Il est interdit de déposer des débarras sous les escaliers.

20. Les portes faisant communiquer les locaux industriels jugés dangereux au point de vue incendie avec les cages d'escalier, devront être à l'épreuve du feu et ne pourront laisser pénétrer la fumée; elles se fermeront automatiquement. Dans le cas où un personnel nombreux serait occupé, ces portes s'ouvriront pratiquement, de dedans en dehors, et elles ne devront avoir ni verrou à platine ni verrou à coulisse.

Cependant, si la circulation se trouvait gênée par suite de l'ouverture du battant du côté du vestibule ou de la cage d'escalier, les portes pourraient, au besoin et à la condition d'intercepter la fumée et d'être à l'épreuve du feu, s'ouvrir de dehors en dedans.

21. Au moins une fenêtre sur trois, et immédiatement au-dessus de la barre d'appui, devra pouvoir s'ouvrir au moyen d'un battant mesurant en pratique au moins 60 centimètres de large et 1 m. 40 de haut. Cette fenêtre sera accessible à tous les instants.

22. Dans l'intérieur de tous les locaux d'industrie et des magasins on établira, afin d'activer l'évacuation, des couloirs qui mesureront au moins 1 m. 20 de large et qui ne devront jamais être encombrés

par des objets de n'importe quelle nature. Ces couloirs conduiront en ligne directe vers les portes disposées spécialement pour la sortie en cas de besoin. Lesdites portes devront être très visibles et indiquées par un écriteau portant, en gros caractère, le mot « sortie ». Pendant le travail, lorsque le personnel est présent, elles devront pouvoir s'ouvrir facilement de l'intérieur et par n'importe elle-même, dans un endroit apparent et parfaitement accessible pour tous. Pendant le travail ces portes ne pourront être fermées que par une seule serrure.

23. La circulation dans les corridors, vestibules, escaliers, ainsi que sur les paliers, ne sera gênée par aucun embarras et pourra se faire librement dans toute leur étendue.

24. Là où les moyens d'évacuation sont particulièrement insuffisants et peu pratiques, il importera de réserver en face des fenêtres et dans la cour un espace d'une longueur de 5 mètres pour permettre l'emploi d'un drap de sauvetage. Cet espace sera libre d'objets de n'importe quelle nature. Une inscription en conséquence devra être placée et frapper la vue.

§ 6. — Cours et passages.

25. Les passages ne devront jamais être encombrés ; il en sera de même pour les cours, de telle manière que la circulation soit possible et permette l'accès de toutes les issues de sortie.

26. Les puits de lumière, les courettes, les puits de monte-charges ou d'ascenseurs seront tenus proprement. On n'y interposera aucune espèce d'objet et on n'y conservera aucune charge.

27. Les fils, les tuyaux, les liges, les organes de transmission, etc., seront, en pratique, disposés de telle façon que rien ne puisse gêner l'emploi, dans les cours, d'une échelle ou d'un drap de sauvetage.

§ 7. — Chauffage.

28. Les foyers découverts sont interdits dans les locaux industriels et les magasins réputés dangereux au point de vue incendie, ou bien ils devront être modifiés d'après les prescriptions de l'autorité de police.

Règle générale, les poêles en faïence ou en briques seront chauffés de l'extérieur ou placés dans un entourage fermé par des portes ininflammables distantes du foyer d'au moins 50 centimètres. Le tirage sera organisé au moyen d'un canal en maçonnerie conduisant la fumée dans la cheminée.

Les poêles en fonte ne seront tolérés qu'exceptionnellement ; de plus ils seront entourés d'un solide pare-éincelles placé à demeure.

29. Les poêles à gaz doivent être reliés à la conduite de gaz par un tube fixe ; l'emploi des tuyaux mobiles est interdit.

Les fourneaux à gaz seront en pratique reliés à la conduite au

moyen d'un tube solide. Là où l'on ne peut employer des tuyaux ordinaires, on peut leur substituer des tuyaux métalliques ou des tuyaux entourés d'une toile d'amiante que l'on visse ou qu'on fixe au moyen d'un fil de fer, sur le robinet ou la tubulure.

30. Les canaux de fumée seront partout construits en matériaux réfractaires et disposés de façon à pouvoir être nettoyés. Les ouvertures par où s'échappe de l'air chauffé à plus de 50° centigrades, de même que les tuyaux métalliques pour conduire la vapeur ou l'eau chaude, devront être placés à une distance d'au moins 15 centimètres, dans toutes les directions autour du tuyau, des objets inflammables.

Il importe d'éviter tout contact entre les tuyaux de calorifère, ou tout corps à une température un peu élevée, avec des objets facilement inflammables dans les locaux industriels et les magasins.

31. Chaque année et avant la saison d'été, les appareils de chauffage seront examinés par un spécialiste qui interviendra sur demande.

§ 8. — Eclairage à l'huile minérale et au gaz.

32. Les lampes à essences sont interdites.

33. Dans les locaux industriels et dans les magasins jugés dangereux au point de vue incendie, le pétrole employé pour l'éclairage ou pour la cuisson des aliments devra présenter le degré d'inflammabilité indiqué à partir du chiffre 40° de l'appareil Abel (huile impériale, huile de salon). Dans les locaux où se trouvent des objets pouvant particulièrement s'enflammer, on fera usage seulement du pétrole lourd, répondant au minimum 100° de l'appareil Abel.

34. Les lampes volantes seront portées sur un pied offrant une base solide.

Les suspensions seront portées par une chaîne ou par une forte tige solidement attachée au plafond et de manière que la distance qui les séparera des objets inflammables, d'une partie de la construction, ou des poutres enduites soutenant le plafond, soit, en ligne verticale, d'au moins 1 mètre, en dessous et littéralement d'au moins 25 centimètres. Dans le cas où ces distances seraient moindres, il y a lieu de fixer à la lampe ou de placer solidement contre le mur un fort écran d'un diamètre d'environ 15 centimètres. Pour les plafonds en bois non recouvert d'un enduit, il y aura en outre une plaque de protection en tôle ne touchant pas le plafond, mais laissant toutefois au-dessus du sommet du verre de lampe une distance d'au moins 25 centimètres.

35. En ce qui concerne les prescriptions précédentes et relativement à la distance des objets inflammables, les becs de gaz, de même que les becs à incandescence, pourront, lorsqu'il y aura un besoin urgent de le faire et pour une exploitation donnée, ne pas répondre tout à fait aux exigences du règlement.

Afin de ne pas entrer en contact avec les objets inflammables et si on l'exige, les appareils d'éclairage devront être pourvus d'un réseau de toile métallique ou de tout autre dispositif remplissant le même but.

Dans les locaux où des matières particulièrement inflammables se produisent sous forme de poussière, ou dans lesquelles il peut se former des mélanges détonants, il est préférable cependant de ne pas se servir du réseau de toile métallique et de prendre d'autres mesures, par exemple, assurer l'éclairage de l'extérieur ou employer les lampes électriques à incandescence avec globe de protection.

On doit écarter les genouillères à gaz ; en tout cas, il faut éviter qu'en les faisant mouvoir la flamme puisse arriver en contact avec des substances inflammables ou avec une partie quelconque des œuvres vives.

Les tuyaux de conduite amenant le gaz aux appareils d'éclairage seront en métal.

Les gazomètres seront placés autant que possible dans une pièce claire, mais jamais sous un escalier. La conduite devra également passer par un point déterminé et facilement accessible, à l'extérieur du bâtiment.

36. La canalisation du gaz sera, au moins une fois tous les trois ans, l'objet de l'examen d'un spécialiste délégué sur demande.

§ 9. — Installation électrique et éclairage.

37. Dans les locaux industriels et dans les magasins réputés dangereux au point de vue incendie, les fils conducteurs du courant électrique seront isolés jusqu'au plafond, soit par une enveloppe métallique, soit autrement ; les enveloppes isolantes permettront l'accès de l'air et seront protégées contre tout dommage.

Le même moyen de protection sera également employé pour les fils conducteurs placés au plafond, s'il est prévu qu'ils pourraient être détériorés.

Les lampes à incandescence placées dans le voisinage de matières premières aisément combustibles ou pouvant entrer en contact avec elles, devront être pourvues d'un globe ou de tout autre système de protection.

Dans les locaux où se trouvent des objets facilement inflammables, les lampes à incandescence seront serties sans commutateur et feront partie d'un système solide de suspension ; elles seront en outre pourvues d'un globe de protection.

38. Les lampes à arc seront armées d'un recueil-cendres mesurant au moins 40 centimètres de diamètre et ne pouvant être déplacé de sa position. Les recueil-cendres en verre ne sont pas admis. Pour les

lampes à arc voltaïque fermées, il n'est pas nécessaire de placer un recueil-cendres spécial.

39. Pour le reste, se conformer, en ce qui concerne l'appareillage électrique, aux mesures de protection indiquées par l'Association allemande des Ingénieurs électriciens.

40. Les installations électriques seront l'objet, chaque année, d'une visite par un spécialiste qui sera envoyé sur demande indiquant le but de l'examen.

§ 10. — Signal d'alarme.

41. Dans les grandes exploitations il sera installé, sur demande, un appareil d'alarme spécial, lequel annoncera tout commencement d'incendie survenant dans l'immeuble.

Le personnel sera constamment tenu au courant de la façon de faire fonctionner le signal d'alarme.

§ 11. — Appareils d'extinction et de sauvetage.

42. Dans les locaux industriels et les magasins réputés dangereux au point de vue incendie, on tiendra prêt un système adéquat d'extinction (par exemple un seau près d'un robinet de conduite, ou si la conduite fait défaut, un seau rempli).

43. La prescription visant l'établissement d'un avertisseur d'incendie et en particulier celle d'échelles de sûreté, de bouches à eau, etc., reste limitée à l'importance et à l'état de l'immeuble. (*Bulletin de l'Inspection du travail*, année 1904, n^{os} 1 et 2)

CHAPITRE X

LÉGISLATION INDUSTRIELLE

§ 1. — Loi du 24 juillet 1867 sur les sociétés avec les modifications apportées par la loi du 1^{er} août 1893.

(LES ADDITIONS ET MODIFICATIONS APPORTÉES PAR LA LOI
DU 1^{er} AOUT 1893 SONT INDIQUÉES EN CARACTÈRES ITALIQUES.)

TITRE PREMIER. — *Des sociétés en commandite par actions.* — ARTICLE
PREMIER. — Les sociétés en commandite ne peuvent diviser leur capi-
tal en actions ou coupures d'actions de moins de *vingt-cinq francs*,
lorsque ce capital n'excède pas deux cent mille francs, et de moins de
cent francs, lorsqu'il est supérieur.

Elles ne peuvent être définitivement constituées qu'après la sous-
cription de la totalité du capital social et le versement *en espèces*, par
chaque actionnaire, *du montant des actions ou coupures d'actions sous-*
rites par lui, lorsqu'elles n'excèdent pas vingt-cinq francs, et du quart
au moins des actions, lorsqu'elles sont de cent francs et au-dessus.

Cette souscription et ces versements sont constatés par une déclara-
tion du gérant dans un acte notarié.

A cette déclaration sont annexés la liste des souscripteurs, l'état des
versements effectués, l'un des doubles de l'acte de société s'il est
sous seing privé, et une expédition s'il est notarié et s'il a été passé
devant un notaire autre que celui qui a reçu la déclaration.

L'acte sous seing privé, quel que soit le nombre des associés, sera
fait en double original, dont l'un sera annexé, comme il est dit au
paragraphe qui précède, à la déclaration de souscription du capital
et de versement du quart, et l'autre restera déposé au siège social.

ART. 2. — Les actions ou coupures d'actions sont négociables après
le versement du quart.

ART. 3. — *Les actions sont nominatives jusqu'à leur entière libération.*
Les actions représentant des apports devront toujours être intégralement
libérées au moment de la constitution de la société.

Ces actions ne peuvent être détachées de la souche et ne sont négo-
ciables que deux ans après la constitution définitive de la société.

Pendant ce temps, elles devront, à la diligence des administrateurs, être frappées d'un timbre indiquant leur nature et la date de cette constitution.

Les titulaires, les cessionnaires intermédiaires et les souscripteurs sont tenus solidairement du montant de l'action.

Tout souscripteur ou actionnaire qui a cédé son titre cesse, deux ans après la cession, d'être responsable des versements non encore appelés.

ART. 4. — Lorsqu'un associé fait un apport qui ne consiste pas en numéraire, ou stipule à son profit des avantages particuliers, la première assemblée générale fait apprécier la valeur de l'apport ou la cause des avantages stipulés.

La société n'est définitivement constituée qu'après l'approbation de l'apport ou des avantages, donnée par une autre assemblée générale, après une nouvelle convocation.

La seconde assemblée générale ne pourra statuer sur l'approbation de l'apport ou des avantages qu'après un rapport qui sera imprimé et tenu à la disposition des actionnaires, cinq jours au moins avant la réunion de cette assemblée.

Les délibérations sont prises par la majorité des actionnaires présents. Cette majorité doit comprendre le quart des actionnaires et représenter le quart du capital social en numéraire.

Les associés qui ont fait l'apport ou stipulé des avantages particuliers soumis à l'appréciation de l'assemblée n'ont pas voix délibérative.

A défaut d'approbation, la société reste sans effet à l'égard de toutes les parties.

L'approbation ne fait pas obstacle à l'exercice ultérieur de l'action qui peut être intentée pour cause de dol ou de fraude.

Les dispositions du présent article relatives à la vérification de l'apport qui ne consiste pas en numéraire, ne sont pas applicables au cas où la société à laquelle est fait ledit apport est formée entre ceux seulement qui en étaient propriétaires par indivis.

ART. 5. — Un conseil de surveillance, composé de trois actionnaires au moins, est établi dans chaque société en commandite par actions.

Ce conseil est nommé par l'assemblée générale des actionnaires immédiatement après la constitution définitive de la société et avant toute opération sociale.

Il est soumis à la réélection aux époques et suivant les conditions déterminées par les statuts.

Toutefois le premier conseil n'est nommé que pour une année.

ART. 6. — Ce premier conseil doit, immédiatement après sa nomination, vérifier si toutes les dispositions contenues dans les articles qui précèdent ont été observées.

ART. 7. — Est nulle et de nul effet, à l'égard des intéressés, toute

société en commandite par actions constituée contrairement aux prescriptions des articles 1^{er}, 2, 3, 4 et 5 de la présente loi.

Cette nullité ne peut être opposée aux tiers par les associés.

Art. 8. — Lorsque la société est annulée, aux termes de l'article précédent, les membres du premier conseil de surveillance peuvent être déclarés responsables, avec le gérant, du dommage résultant, pour la société ou pour les tiers, de l'annulation de la société.

La même responsabilité peut être prononcée contre ceux des associés dont les apports ou les avantages n'auraient pas été vérifiés et approuvés conformément à l'article 4 ci-dessus.

L'action en nullité de la société ou des actes et délibérations postérieurs à sa constitution n'est plus recevable lorsque, avant l'introduction de la demande, la cause de nullité a cessé d'exister. L'action en responsabilité, pour les faits dont la nullité résultait, cesse également d'être recevable lorsque, avant l'introduction de la demande, la cause de nullité a cessé d'exister, et, en outre, que trois ans se sont écoulés depuis le jour où la nullité était encourue.

Si, pour couvrir la nullité, une assemblée générale devait être convoquée, l'action en nullité ne sera plus recevable à partir de la date de la convocation régulière de cette assemblée.

Ces actions en nullité contre les actes constitutifs des sociétés sont prescrites par dix ans.

Cette prescription ne pourra toutefois être opposée avant l'expiration des dix années qui suivront la promulgation de la présente loi.

Art. 9. — Les membres du conseil de surveillance n'encourent aucune responsabilité en raison des actes de la gestion et de leurs résultats.

Chaque membre du conseil de surveillance est responsable de ses fautes personnelles dans l'exécution de son mandat, conformément aux règles du droit commun.

Art. 10. — Les membres du conseil de surveillance vérifient les livres, la caisse, le portefeuille et les valeurs de la société.

Ils font, chaque année, à l'assemblée générale, un rapport dans lequel ils doivent signaler les irrégularités et inexactitudes qu'ils ont reconnues dans les inventaires, et constater, s'il y a lieu, les motifs qui s'opposent aux distributions des dividendes proposés par le gérant.

Aucune répétition de dividendes ne peut être exercée contre les actionnaires, si ce n'est dans le cas où la distribution en aura été faite en l'absence de tout inventaire ou en dehors des résultats constatés par l'inventaire.

L'action en répétition, dans le cas où elle est ouverte, se prescrit par cinq ans, à partir du jour fixé pour la distribution des dividendes.

Les prescriptions commencées à l'époque de la promulgation de la

présente loi, et pour lesquelles il faudrait encore, suivant les lois anciennes, plus de cinq ans à partir de la même époque, seront accomplies par ce laps de temps.

Art. 11. — Le conseil de surveillance peut convoquer l'assemblée générale et, conformément à son avis, provoquer la dissolution de la société.

Art. 12. — Quinze jours au moins avant la réunion de l'assemblée générale, tout actionnaire peut prendre par lui ou par un fondé de pouvoir, au siège social, communication du bilan, des inventaires et du rapport du conseil de surveillance.

Art. 13. — L'émission d'actions ou de coupures d'actions d'une société constituée contrairement aux prescriptions des articles 1^{er}, 2 et 3 de la présente loi, est punie d'une amende de cinq cents à dix mille francs.

Sont punis de la même peine :

Le gérant qui commence les opérations sociales avant l'entrée en fonctions du conseil de surveillance ;

Ceux qui, en se présentant comme propriétaires d'actions ou de coupures d'actions qui ne leur appartiennent pas, ont créé frauduleusement une majorité factice dans une assemblée générale, sans préjudice de tous dommages-intérêts, s'il y a lieu, envers la société ou envers les tiers ;

Ceux qui ont remis les actions pour en faire l'usage frauduleux.

Dans les cas prévus par les deux paragraphes précédents, la peine de l'emprisonnement de quinze jours à six mois peut, en outre, être prononcée.

Art. 14. — La négociation d'actions dont la valeur ou la forme serait contraire aux dispositions des articles 1^{er}, 2 et 3 de la présente loi, ou par lesquelles le versement du quart n'aurait pas été effectué conformément à l'article 2 ci-dessus, est punie d'une amende de cinq cents à dix mille francs.

Sont punies de la même peine toute participation à ces négociations et toute publication de la valeur desdites actions.

Art. 15. — Sont punis des peines portées par l'article 405 du Code pénal, sans préjudice de l'application de cet article à tous les faits constitutifs du délit d'escroquerie :

1^o Ceux qui, par simulation de souscriptions ou de versements ou par publication, faite de mauvaise foi, de souscriptions ou de versements qui n'existent pas, ou de tous autres faits faux, ont obtenu ou tenté d'obtenir des souscriptions ou des versements ;

2^o Ceux qui, pour provoquer des souscriptions ou des versements, ont, de mauvaise foi, publié les noms de personnes désignées, contrairement à la vérité, comme étant ou devant être attachées à la société à un titre quelconque ;

3^o Les gérants qui, en l'absence d'inventaires ou au moyen d'inven-

taires frauduleux, ont opéré entre les actionnaires la répartition de dividendes fictifs.

Les membres du conseil de surveillance ne sont pas civilement responsables des délits commis par le gérant.

ART. 16. — L'article 463 du Code pénal est applicable aux faits prévus par les trois articles qui précèdent.

ART. 17. — Des actionnaires représentant le vingtième au moins du capital social peuvent, dans un intérêt commun, charger à leurs frais un ou plusieurs mandataires de soutenir, tant en demandant qu'en défendant, une action contre les gérants ou contre les membres du conseil de surveillance, et de les représenter, en ce cas, en justice, sans préjudice de l'action que chaque actionnaire peut intenter individuellement en son nom personnel.

ART. 18. — Les sociétés antérieures à la loi du 17 juillet 1856, et qui ne se seraient pas conformées à l'article 15 de cette loi, seront tenues, dans un délai de six mois, de constituer un conseil de surveillance, conformément aux dispositions qui précèdent.

A défaut de constitution du conseil de surveillance dans le délai ci-dessus fixé, chaque actionnaire a le droit de faire prononcer la dissolution de la société.

ART. 19. — Les sociétés en commandite par actions antérieures à la présente loi, dont les statuts permettent la transformation en société anonyme autorisée par le gouvernement, pourront se convertir en société anonyme dans les termes déterminés par le titre II de la présente loi, en se conformant aux conditions stipulées dans les statuts pour la transformation.

ART. 20. — Est abrogée la loi du 17 juillet 1856.

TITRE II. — *Des sociétés anonymes.* — ART. 21. — A l'avenir, les sociétés anonymes pourront se former sans l'autorisation du Gouvernement.

Elles pourront, quel que soit le nombre des associés, être formées par un acte sous seing privé fait en double original.

Elles seront soumises aux dispositions des articles 29, 30, 32, 33, 34 et 36 du Code de commerce et aux dispositions contenues dans le présent titre.

ART. 22. — Les sociétés anonymes sont administrées par un ou plusieurs mandataires à temps, révocables, salariés ou gratuits, pris parmi les associés.

Ces mandataires peuvent choisir parmi eux un directeur, ou, si les statuts le permettent, se substituer un mandataire étranger à la société et dont ils sont responsables envers elle.

ART. 23. — La société ne peut être constituée si le nombre des associés est inférieur à sept.

ART. 24. — Les dispositions des articles 1^{er}, 2, 3 et 4 de la présente loi sont applicables aux sociétés anonymes.

La déclaration imposée au gérant par l'article 1^{er} est faite par les fondateurs de la société anonyme : elle est soumise, avec les pièces à l'appui, à la première assemblée générale, qui en vérifie la sincérité.

Art. 25. — Une assemblée générale est, dans tous les cas, convoquée, à la diligence des fondateurs, postérieurement à l'acte qui constate la souscription du capital social et le versement du quart du capital, qui consiste en numéraire. Cette assemblée nomme les premiers administrateurs ; elle nomme également, pour la première année, les commissaires institués par l'article 32 ci-après.

Ces administrateurs ne peuvent être nommés pour plus de six ans ; ils sont rééligibles, sauf stipulation contraire.

Toutefois ils peuvent être désignés par les statuts, avec stipulation formelle que leur nomination ne sera point soumise à l'approbation de l'assemblée générale. En ce cas, ils ne peuvent être nommés pour plus de trois ans.

Le procès-verbal de la séance constate l'acceptation des administrateurs et des commissaires présents à la réunion.

La société est constituée à partir de cette acceptation.

Art. 26. — Les administrateurs doivent être propriétaires d'un nombre d'actions déterminé par les statuts.

Ces actions sont affectées en totalité à la garantie de tous les actes de la gestion, même de ceux qui seraient exclusivement personnels à l'un des administrateurs.

Elles sont nominatives, inaliénables, frappées d'un timbre indiquant l'inaliénabilité et déposées dans la caisse sociale.

Art. 27. — Il est tenu, chaque année au moins, une assemblée générale à l'époque fixée par les statuts. Les statuts déterminent le nombre d'actions qu'il est nécessaire de posséder, soit à titre de propriétaire, soit à titre de mandataire, pour être admis dans l'assemblée, et le nombre de voix appartenant à chaque actionnaire, eu égard au nombre d'actions dont il est porteur.

Tous propriétaires d'un nombre d'actions inférieur à celui déterminé pour être admis dans l'assemblée pourront se réunir pour former le nombre nécessaire et se faire représenter par l'un d'eux.

Néanmoins, dans les assemblées générales appelées à vérifier les apports, à nommer les premiers administrateurs et à vérifier la sincérité de la déclaration des fondateurs de la société prescrite par le deuxième paragraphe de l'article 24, tout actionnaire, quel que soit le nombre des actions dont il est porteur, peut prendre part aux délibérations avec le nombre de voix déterminé par les statuts, sans qu'il puisse être supérieur à dix.

Art. 28. — Dans toutes les assemblées générales, les délibérations sont prises à la majorité des voix.

Il est tenu une feuille de présence ; elle contient les noms et domi-

ciles des actionnaires et le nombre d'actions dont chacun d'eux est porteur.

Cette feuille, certifiée par le bureau de l'assemblée, est déposée au siège social et doit être communiquée à tout requérant.

ART. 29. — Les assemblées générales qui ont à délibérer dans des cas autres que ceux qui sont prévus par les deux articles qui suivent, doivent être composées d'un nombre d'actionnaires représentant le quart au moins du capital social.

Si l'assemblée générale ne réunit pas ce nombre, une nouvelle assemblée est convoquée dans les formes et avec les délais prescrits par les statuts, et elle délibère valablement, quelle que soit la portion du capital représenté par les actionnaires présents.

ART. 30. — Les assemblées qui ont à délibérer sur la vérification des apports, sur la nomination des premiers administrateurs, sur la sincérité de la déclaration faite par les fondateurs, aux termes du paragraphe 2 de l'article 24, doivent être composées d'un nombre d'actionnaires représentant la moitié au moins du capital social.

Le capital social, dont la moitié doit être représentée pour la vérification de l'apport, se compose seulement des apports non soumis à la vérification.

Si l'assemblée générale ne réunit pas un nombre d'actionnaires représentant la moitié du capital social, elle ne peut prendre qu'une délibération provisoire. Dans ce cas, une nouvelle assemblée générale est convoquée. Deux avis publiés à huit jours d'intervalle, au moins un mois à l'avance, dans l'un des deux journaux désignés pour recevoir les annonces légales, font connaître aux actionnaires les résolutions provisoires adoptées par la première assemblée, et ces résolutions deviennent définitives si elles sont approuvées par la nouvelle assemblée, composée d'un nombre d'actionnaires représentant le cinquième au moins du capital social.

ART. 31. — Les assemblées qui ont à délibérer sur des modifications aux statuts ou sur des propositions de continuation de la société au delà du terme fixé pour sa durée, ou de dissolution avant ce terme, ne sont régulièrement constituées et ne délibèrent valablement qu'autant qu'elles sont composées d'un nombre d'actionnaires représentant la moitié au moins du capital social.

ART. 32. — L'assemblée générale annuelle désigne un ou plusieurs commissaires, associés ou non, chargés de faire un rapport à l'assemblée générale de l'année suivante sur la situation de la société, sur le bilan et sur les comptes présentés par les administrateurs.

La délibération contenant approbation du bilan et des comptes est nulle, si elle n'a été précédée du rapport des commissaires.

A défaut de nomination des commissaires par l'assemblée générale, ou en cas d'empêchement ou de refus d'un ou de plusieurs des commissaires nommés, il est procédé à leur nomination ou à leur rempla-

cement par ordonnance du président du tribunal de commerce du siège de la société, à la requête de tout intéressé, les administrateurs dûment appelés.

ART. 33. — Pendant le trimestre qui précède l'époque fixée par les statuts pour la réunion de l'assemblée générale, les commissaires ont droit, toutes les fois qu'ils le jugent convenable, dans l'intérêt social, de prendre communication des livres et d'examiner les opérations de la société.

Ils peuvent toujours, en cas d'urgence, convoquer l'assemblée générale.

ART. 34. — Toute société anonyme doit dresser, chaque semestre, un état sommaire de sa situation active et passive.

Cet état est mis à la disposition des commissaires.

Il est, en outre, établi chaque année, conformément à l'article 9 du Code de commerce, un inventaire contenant l'indication des valeurs mobilières et immobilières et de toutes les dettes actives et passives de la société.

L'inventaire, le bilan et le compte des profits et pertes sont mis à la disposition des commissaires le quarantième jour, au plus tard, avant l'assemblée générale. Ils sont présentés à cette assemblée.

ART. 35. — Quinze jours au moins avant la réunion de l'assemblée générale, tout actionnaire peut prendre, au siège social, communication de l'inventaire et de la liste des actionnaires, et se faire délivrer copie du bilan résumant l'inventaire et du rapport des commissaires.

ART. 36. — Il est fait annuellement, sur les bénéfices nets, un prélèvement d'un vingtième au moins, affecté à la formation d'un fonds de réserve.

Ce prélèvement cesse d'être obligatoire lorsque le fonds de réserve a atteint le dixième du capital social.

ART. 37. — En cas de perte des trois quarts du capital social, les administrateurs sont tenus de provoquer la réunion de l'assemblée générale de tous les actionnaires, à l'effet de statuer sur la question de savoir s'il y a lieu de prononcer la dissolution de la société.

La résolution de l'assemblée est, dans tous les cas, rendue publique.

A défaut par les administrateurs de réunir l'assemblée générale, comme dans le cas où cette assemblée n'aurait pu se constituer régulièrement, tout intéressé peut demander la dissolution devant les tribunaux.

ART. 38. — La dissolution peut être prononcée sur la demande de toute partie intéressée, lorsqu'un an s'est écoulé depuis l'époque où le nombre des actionnaires est réduit à moins de sept.

ART. 39. — L'article 17 est applicable aux sociétés anonymes.

ART. 40. — Il est interdit aux administrateurs de prendre ou de conserver un intérêt direct ou indirect dans une entreprise ou dans un

marché fait avec la société ou pour son compte, à moins qu'ils n'y soient autorisés par l'assemblée générale.

Il est, chaque année, rendu à l'assemblée générale un compte spécial de l'exécution des marchés ou entreprises par elle autorisés, aux termes du paragraphe précédent.

Art. 41. — Est nulle et de nul effet à l'égard des intéressés toute société anonyme pour laquelle n'ont pas été observées les dispositions des articles 22, 23, 24 et 25 ci-dessus.

Art. 42. — Lorsque la nullité de la société ou des actes et délibérations a été prononcée aux termes de l'article précédent, les fondateurs auxquels la nullité est imputable et les administrateurs en fonction au moment où elle a été encourue sont responsables solidairement envers les tiers et les actionnaires du dommage résultant de cette annulation.

La même responsabilité solidaire peut être prononcée contre ceux des associés dont les apports ou les avantages n'auraient pas été vérifiés et approuvés conformément à l'article 24.

L'action en nullité et celle en responsabilité en résultant sont soumises aux dispositions de l'article 8 ci-dessus.

Art. 43. — L'étendue et les effets de la responsabilité des commissaires envers la société sont déterminés d'après les règles générales du mandat.

Art. 44. — Les administrateurs sont responsables, conformément aux règles du droit commun, individuellement ou solidairement suivant les cas, envers la société ou envers les tiers, soit des infractions aux dispositions de la présente loi, soit des fautes qu'ils auraient commises dans leur gestion, notamment en distribuant ou en laissant distribuer sans opposition des dividendes fictifs.

Art. 45. — Les dispositions des articles 13, 14, 15 et 16 de la présente loi sont applicables en matière de sociétés anonymes, sans distinction entre celles qui sont actuellement existantes et celles qui se constitueront sous l'empire de la présente loi. Les administrateurs qui, en l'absence d'inventaire ou au moyen d'inventaires frauduleux, auront opéré des dividendes fictifs, seront punis de la peine qui est prononcée dans ce cas par le numéro 3 de l'article 15 contre les gérants de sociétés en commandite.

Sont également applicables en matière de sociétés anonymes les dispositions des trois derniers paragraphes de l'article 10.

Art. 46. — Les sociétés anonymes actuellement existantes continueront à être soumises, pendant toute leur durée, aux dispositions qui les régissent.

Elles pourront se transformer en sociétés anonymes dans les termes de la présente loi, en obtenant l'autorisation du Gouvernement et en observant les formes prescrites pour la modification de leurs statuts.

Art. 47. — Les sociétés à responsabilité limitée pourront se conver-

tir en sociétés anonymes dans les termes de la présente loi, en se conformant aux conditions stipulées pour la modification de leurs statuts.

Sont abrogés les articles 31, 37 et 40 du Code de commerce et la loi du 23 mai 1863 sur les sociétés à responsabilité limitée.

TITRE III. — *Dispositions particulières aux sociétés à capital variable.*
 — ART. 48. — Il peut être stipulé, dans les statuts de toute société, que le capital social sera susceptible d'augmentation par des versements successifs faits par les associés ou l'admission d'associés nouveaux, et de diminution par la reprise totale ou partielle des apports effectués.

Les sociétés dont les statuts contiendront la stipulation ci-dessus seront soumises, indépendamment des règles générales qui leur sont propres suivant leur forme spéciale, aux dispositions des articles suivants.

ART. 49. — Le capital social ne pourra être porté par les statuts constitutifs de la société au-dessus de la somme de 200.000 francs.

Il pourra être augmenté par des délibérations de l'assemblée générale, prises d'année en année; chacune des augmentations ne pourra être supérieure à 200.000 francs.

ART. 50. — Les actions ou coupures d'actions seront nominatives, même après leur entière libération.

Elles ne seront négociables qu'après la constitution définitive de la société.

La négociation ne pourra avoir lieu que par voie de transfert sur les registres de la société, et les statuts pourront donner, soit au conseil d'administration, soit à l'assemblée générale, le droit de s'opposer au transfert.

ART. 51. — Les statuts détermineront une somme au-dessous de laquelle le capital ne pourra être réduit par les reprises des apports autorisés par l'article 48.

Cette somme ne pourra être inférieure au dixième du capital social.

La société ne sera définitivement constituée qu'après le versement du dixième.

ART. 52. — Chaque associé pourra se retirer de la société lorsqu'il le jugera convenable, à moins de conventions contraires et sauf l'application du paragraphe 1^{er} de l'article précédent.

Il pourra être stipulé que l'assemblée générale aura le droit de décider, à la majorité fixée pour la modification des statuts, que l'un ou plusieurs des associés cesseront de faire partie de la société.

L'associé qui cessera de faire partie de la société, soit par l'effet de sa volonté, soit par suite de décision de l'assemblée générale, restera tenu, pendant cinq ans, envers les associés et envers les tiers, de toutes les obligations existant au moment de sa retraite.

ART. 53. — La société, quelle que soit sa forme, sera valablement représentée en justice par ses administrateurs.

ART. 54. — La société ne sera point dissoute par la mort, la retraite, l'interdiction, la faillite ou la déconfiture de l'un des associés ; elle continuera de plein droit entre les autres associés.

TITRE IV. — *Dispositions relatives à la publication des actes de société.* — ART. 55. — Dans le mois de la constitution de toute société commerciale, un double de l'acte constitutif, s'il est sous seing privé, ou une expédition, s'il est notarié, est déposé aux greffes de la justice de paix et du tribunal de commerce du lieu dans lequel est établie la société.

A l'acte constitutif des sociétés en commandite par actions et des sociétés anonymes sont annexées : 1° une expédition de l'acte notarié constatant la souscription du capital et le versement du quart ; 2° une copie certifiée des délibérations prises par l'assemblée générale dans les cas prévus par les articles 4 et 24.

En outre, lorsque la société est anonyme, on doit annexer à l'acte constitutif la liste nominative, dûment certifiée, des souscripteurs, contenant les nom, prénoms, qualité, demeure et le nombre d'actions de chacun d'eux.

ART. 56. — Dans le même délai d'un mois, un extrait de l'acte constitutif et des pièces annexées est publié dans l'un des journaux désignés pour recevoir les annonces légales.

Il sera justifié de l'insertion par un exemplaire du journal certifié par l'imprimeur, légalisé par le maire et enregistré dans les trois mois de sa date.

Les formalités prescrites par l'article précédent et par le présent article seront observées, à peine de nullité, à l'égard des intéressés ; mais le défaut d'aucune d'elles ne pourra être opposé aux tiers par les associés.

ART. 57. — L'extrait doit contenir les noms des associés autres que les actionnaires ou commanditaires ; la raison de commerce ou la dénomination adoptée par la société et l'indication du siège social ; la désignation des associés autorisés à gérer, administrer et signer pour la société ; le montant du capital social et le montant des valeurs fournies ou à fournir par les actionnaires ou commanditaires ; l'époque où la société commence, celle où elle doit finir et la date du dépôt fait aux greffes de justice de paix et du tribunal de commerce.

ART. 58. — L'extrait doit énoncer que la société est en nom collectif ou en commandite simple, ou en commandite par actions, ou anonyme, ou à capital variable.

Si la société est anonyme, l'extrait doit énoncer le montant du capital social en numéraire et en autres objets, la quotité à prélever sur les bénéfices pour composer le fonds de réserve.

Enfin, si la société est à capital variable, l'extrait doit contenir l'indication de la somme au-dessous de laquelle le capital ne peut être réduit.

Art. 59. — Si la société a plusieurs maisons de commerce situées dans divers arrondissements, le dépôt prescrit par l'article 55 et la publication prescrite par l'article 56 ont lieu dans chacun des arrondissements où existent les maisons de commerce.

Dans les villes divisées en plusieurs arrondissements, le dépôt sera fait seulement au greffe de la justice de paix du principal établissement.

Art. 60. — L'extrait des actes et pièces déposés est signé, pour les actes publics, par le notaire, et, pour les actes sous seing privé, par les associés, en nom collectif, par les gérants des sociétés en commandite ou par les administrateurs des sociétés anonymes.

Art. 61. — Sont soumis aux formalités et aux pénalités prescrites par les articles 55 et 56 :

Tous actes et délibérations ayant pour objet la modification des statuts, la continuation de la société au delà du terme fixé pour sa durée, la dissolution avant ce terme et le mode de liquidation, tout changement ou retraite d'associés ou tout changement à la raison sociale.

Sont également soumises aux dispositions des articles 55 et 56 les délibérations prises dans les cas prévus par les articles 40, 37, 46, 47 et 49 ci-dessus.

Art. 62. — Ne sont pas assujettis aux formalités de dépôt et de publication les actes constatant les augmentations ou les diminutions du capital social opérées dans les termes de l'article 48, ou les retraites d'associés autres que les gérants ou administrateurs qui auraient lieu conformément à l'article 52.

Art. 63. — Lorsqu'il s'agit d'une société en commandite par actions ou d'une société anonyme, toute personne a le droit de prendre communication des pièces déposées aux greffes de la justice de paix et du tribunal de commerce, ou même de s'en faire délivrer à ses frais expédition ou extrait par le greffier ou par le notaire détenteur de la minute.

Toute personne peut également exiger qu'il lui soit délivré, au siège de la société, une copie certifiée des statuts, moyennant paiement d'une somme qui ne pourra excéder 1 franc.

Enfin, les pièces déposées doivent être affichées d'une manière apparente dans les bureaux de la société.

Art. 64. — Dans tous les actes, factures, annonces, publications et autres publications imprimées ou autographiées, émanés des sociétés anonymes ou des sociétés en commandite par actions, la dénomination sociale doit toujours être précédée ou suivie immédiatement de ces mots écrits lisiblement en toutes lettres : *Société anonyme*, *Société en commandite par actions*, et de l'énonciation du montant du capital social.

Si la société a usé de la faculté accordée par l'article 48, cette cir-

constance doit être mentionnée par l'addition de ces mots : *à capital variable*.

Toute contravention aux dispositions qui précèdent est punie d'une amende de 50 francs à 1.000 francs.

ART. 65. — Sont abrogées les dispositions des articles 42, 43, 44, 45 et 46 du Code de commerce.

TITRE V. — *Des tontines et des sociétés d'assurances*. — ART. 66. — Les associations de la nature des tontines et les sociétés d'assurances sur la vie, mutuelles ou à primes, restent soumises à l'autorisation et à la surveillance du Gouvernement.

Les autres sociétés d'assurances pourront se former sans autorisation. Un règlement d'administration publique déterminera les conditions sous lesquelles elles pourront être constituées.

ART. 67. — Les sociétés d'assurances désignées dans le paragraphe 2 de l'article précédent, qui existent actuellement, pourront se placer sous le régime qui sera établi par le règlement d'administration publique, sans l'autorisation du Gouvernement, en observant les formes et les conditions prescrites pour la modification de leurs statuts.

Dispositions diverses. — ART. 68. — *Quel que soit leur objet, les sociétés en commandite ou anonymes qui seront constituées dans les formes du Code de commerce ou de la présente loi seront commerciales et soumises aux lois et usages du commerce*.

ART. 69. — *Il pourra être consenti hypothèque au nom de toute société commerciale en vertu des pouvoirs de son acte de formation, même sous seing privé, ou des délibérations ou autorisations constatées dans les formes réglées par ledit acte. L'acte d'hypothèque sera passé en forme authentique, conformément à l'article 2127 du Code civil*.

ART. 70. — *Dans le cas où les sociétés ont continué à payer les intérêts ou dividendes des actions, obligations ou tous autres titres remboursables par suite d'un tirage au sort, elles ne peuvent répéter ces sommes lorsque le titre est présenté au remboursement*.

Dispositions transitoires. — *Pour les sociétés par actions en commandite ou anonymes déjà existantes, sans distinction entre celles antérieures à la loi du 24 juillet 1867 et celles postérieures, il n'est pas dérogé à la faculté qu'elles peuvent avoir de convertir leurs actions en titres au porteur avant libération intégrale*.

Quant aux actions nominatives des mêmes sociétés, les deux ans après lesquels tout souscripteur ou actionnaire qui a cédé son titre cesse d'être responsable des versements appelés ne courront, à l'égard des créanciers antérieurs à la présente loi, qu'à partir de l'entrée en vigueur de la loi, et sauf application de l'article 2257 du Code civil pour les créances conditionnelles ou à terme et les actions en garantie.

Les dispositions de l'article 8, celles de l'article 42 s'appliquent aux sociétés déjà constituées sous l'empire de la loi du 24 juillet 1867.

Dans les mêmes sociétés, l'action en nullité résultant des articles 7 et 41 ne sera plus recevable si les causes de nullité ont cessé d'exister au moment de la présente loi.

En tous cas, l'action en responsabilité pour les faits dont la nullité résultait ne cessera d'être recevable que trois ans après la présente loi.

Les sociétés civiles actuellement constituées sous d'autres formes pourront, si leurs statuts ne s'y opposent pas, se transformer en sociétés en commandite ou en sociétés anonymes par décision d'une assemblée générale spécialement convoquée et réunissant les conditions tant de l'acte social que de l'article 31 ci-dessus.

§ 2. — Établissement des conducteurs d'énergie électrique autres que les conducteurs télégraphiques et téléphoniques.

Les applications de l'électricité peuvent aujourd'hui se diviser en deux catégories bien distinctes, si on les envisage au point de vue de la puissance des moyens mis en œuvre. Les unes, comme la télégraphie et la téléphonie, n'utilisent que des courants très faibles qui ne présentent aucun danger pour les personnes ou les choses.

Les autres, comme l'éclairage électrique et le transport électrique de la force, emploient, au contraire, des courants dont l'énergie est comparable à celle de la foudre et dont l'utilisation peut, en l'absence de certaines précautions, occasionner, en même temps que des accidents de personnes, de graves perturbations au fonctionnement des lignes télégraphiques et téléphoniques avoisinantes.

Voilà pourquoi le Parlement a reconnu la nécessité de réglementer, par la loi du 26 juin 1895, l'établissement des conducteurs d'énergie électrique, mais avec une très grande libéralité, de façon à permettre l'expansion des installations électriques.

L'article 1^{er} de ladite loi affranchit en réalité les industries électriques de l'autorisation et de la déclaration sous certaines conditions qu'exige la sécurité des transmissions téléodynamiques et téléphoniques.

La faculté concédée à l'article 1^{er} a dû être nécessairement limitée par les conditions d'isolement qu'exigent les lignes télégraphiques et téléphoniques. Ainsi les conducteurs aériens peuvent être établis dans une zone de 10 mètres en projection horizontale de chaque côté d'une ligne télégraphique ou téléphonique, sans entente préalable avec l'Administration des Postes et des Télégraphes. En conséquence, tout établissement de conducteurs dans l'intérieur de ladite zone doit faire l'objet d'une déclaration préalable, adressée au préfet du département, et au préfet de police pour les départements de la Seine et les communes de Meudon, Sèvres et Enghien, du département de Seine-et-Oise. Cette déclaration doit être communiquée sans délai

à l'ingénieur des Télégraphes chef du service local, et transmise par les soins de ce dernier à l'Administration centrale. Le Ministère notifie, dans un délai de trois mois à partir de la déclaration, l'acceptation du projet présenté ou les modifications qu'il réclame dans l'établissement des conducteurs aériens. En cas de non-entente, les conducteurs aériens doivent être établis conformément à la décision du Ministre du Commerce et de l'Industrie, des Postes et Télégraphes et après avis du Comité d'électricité. En cas d'urgence et en particulier dans le cas d'installation temporaire, le délai de trois mois prévu ci-dessus peut être abrégé.

Les restrictions précédentes étaient nécessaires pour assurer la perfection des transmissions télégraphiques et téléphoniques, leur maintenir l'intensité du courant et les laisser s'étendre sans affaiblissement sensible.

La zone de défense de 10 mètres doit être respectée, d'après les travaux préparatoires de la loi, même quand les conducteurs des personnes étrangères à l'Administration seraient établis dans une propriété privée, derrière un mur.

L'article 4 de ladite loi du 26 juin 1895 exige qu'aucun conducteur ne soit établi au-dessus ou au-dessous des voies publiques sans une autorisation donnée par le préfet, sur l'avis technique des ingénieurs des Postes et Télégraphes, et conformément aux instructions du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.

Enfin, aux termes de l'article 7, toute installation électrique devra être exploitée et entretenue de manière à n'apporter aucun trouble dans les transmissions télégraphiques ou téléphoniques par les lignes préexistantes. Lorsque l'installation exige, dans ce but, le déplacement ou la modification des lignes télégraphiques ou téléphoniques préexistantes, le Comité d'électricité doit être consulté et les frais nécessités par ces déplacements ou modifications seront à la charge de l'exploitant.

D'après le décret du 17 janvier 1902 et l'arrêté ministériel du 27 du même mois, le contrôle des installations électriques industrielles exercé par la loi du 25 juin 1895 est exclusivement exercé par les ingénieurs des Postes et Télégraphes, sans que les directeurs départementaux des Postes et Télégraphes aient à intervenir pour la transmission du dossier.

Principes relatifs à l'application de la loi du 25 juin 1895.

Dans l'application de cette loi du 25 juin 1895, il y a lieu de distinguer cinq cas :

1^o Les installations faites en dehors des voies publiques et qui ne sont pas susceptibles d'atteindre les lignes télégraphiques ou téléphoniques appartenant à un service de l'Etat (*art. 1 et 2 de la loi*)¹ ;

¹ Les lignes sont considérées comme pouvant être atteintes chaque fois que

2° Les installations faites en dehors des voies publiques et comportant des conducteurs aériens passant dans une zone de 10 mètres, en projection horizontale, de chaque côté d'une ligne télégraphique ou téléphonique appartenant à un service de l'Etat (*art. 2 de la loi*);

3° Les installations faites au-dessus ou au-dessous des voies publiques ou sur un terrain domanial (*art. 4 de la loi*);

4° Les installations empruntant le domaine public et faites pour les besoins de leur exploitation par les administrations de l'Etat ou par les entreprises de services publics soumises au contrôle de l'Administration (*art. 5 de la loi*).

5° Les installations concernant les chemins de fer et les voies navigables (*art. 5 de la loi*);

Les installations de la première catégorie ne sont plus soumises à aucune formalité; chacun est libre d'établir, dans ce cas, ses lignes à ses risques et périls, quelles que soient d'ailleurs l'intensité et la tension des courants employés.

Lorsqu'il s'agit d'installations de la deuxième catégorie, on n'a le droit d'établir des conducteurs d'énergie électrique ou de modifier une installation existante qu'après une déclaration préalable adressée au préfet du département ou au préfet de police dans le ressort de sa juridiction.

Pour les installations de la troisième catégorie, une autorisation spéciale est nécessaire (*art. 4 de la loi*).

Les projets d'installation de la quatrième catégorie doivent être soumis à l'approbation du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, après examen en conférence par les services intéressés.

Enfin les installations de la cinquième catégorie sont soumises aux seules formalités qui découlent de l'application de l'article 2 de la loi.

Les indications qui vont suivre visent uniquement le mode d'application de la loi du 25 juin 1895. Les formalités y relatives sont donc indépendantes de celles déterminées par les règlements de voirie, qui demeurent entières.

Obligations du public dans le cas où il n'y a lieu ni à déclaration ni à autorisation (art. 1 et 2 de la loi). — Lorsque l'installation rentre dans la première catégorie et ne donne lieu ni à déclaration ni à au-

les conducteurs d'énergie électrique à poser sont aériens et passent dans une zone de 10 mètres en projection horizontale de chaque côté de ces lignes (*art. 2*). Cette distance de 10 mètres est, en effet, celle qui est nécessaire pour la protection d'une ligne au point de vue purement mécanique. Elle correspond à la plus grande hauteur au-dessus du sol des poteaux employés, de telle sorte que le renversement d'un poteau sur une ligne voisine maintenue à cette distance ne puisse l'atteindre.

torisation, les propriétaires d'installations d'énergie électrique ne sont soumis qu'aux obligations résultant de l'article 7 de la loi, qui assure la protection des lignes télégraphiques ou téléphoniques contre les troubles pouvant provenir de l'exploitation des installations d'énergie.

Formalités à remplir dans le cas de déclaration (art. 3 de la loi). — Les propriétaires d'installations d'énergie électrique rentrant dans la deuxième catégorie indiquée plus haut doivent adresser une déclaration au préfet du département ou au préfet de police dans le ressort de sa juridiction.

La date de cette déclaration forme le point de départ du délai maximum de trois mois dans lequel l'Administration doit notifier au pétitionnaire l'acceptation du projet ou les modifications qu'elle réclame.

La déclaration doit comprendre :

- a) Une description détaillée du projet d'installation ;
- b) Un croquis sommaire ou diagramme du système de distribution ;
- c) Un état des renseignements conforme au modèle n° 1 annexé à la présente circulaire ;
- d) Un tracé de la ligne, fait à une échelle suffisante et comportant tous les détails essentiels aux points importants, tels que croisements avec les lignes télégraphiques ou téléphoniques, etc.

Le dossier complet est communiqué par le préfet à l'ingénieur des Postes et Télégraphes.

Lorsque l'ingénieur aura formulé son avis, le dossier sera renvoyé au préfet, soit directement, soit après communication à l'Administration centrale lorsque la nature plus particulière des installations projetées aura paru nécessiter un examen spécial du Comité d'électricité.

L'étude du dossier sera faite en appliquant les prescriptions techniques mentionnées dans l'instruction ci-jointe et dont les termes ont été arrêtés après avis du Comité d'électricité, conformément à l'article 6 de la loi.

Le communication à l'Administration centrale n'aura lieu que lorsque l'installation projetée comportera une dérogation à ces prescriptions.

Le préfet fait connaître à l'intéressé l'avis ainsi établi. Il lui rappellera en même temps que les prescriptions en sont obligatoires, sauf recours de sa part au Ministre des Postes et des Télégraphes, qui, dans ce cas, statuera après avis du Comité d'électricité.

Formalités à remplir dans le cas d'autorisation (art. 4. de la loi). — Toute installation d'énergie électrique rentrant dans cette catégorie suppose une double autorisation préalable :

- 1° Une autorisation des services de voirie intéressés, donnant au pétitionnaire le droit d'occuper matériellement une partie de l'espace en y établissant des conducteurs ;

2° Une autorisation visant les conditions électriques dans lesquelles le courant peut circuler dans lesdits conducteurs.

A cette double autorisation correspond, en outre, un double contrôle : contrôle des conditions de voirie, contrôle des conditions électriques.

Les conditions de délivrance des autorisations de voirie sont régies par les règlements ordinaires affectant la matière, et dont l'effet demeure entier.

Les conditions de délivrance des autorisations de circulation de courant sont les suivantes :

Les propriétaires d'installations d'énergie électrique rentrant dans la troisième catégorie visée par la loi du 25 juin 1895 doivent adresser au préfet une demande d'autorisation.

A cette demande doivent être joints :

1° Une description détaillée du projet d'installation ;

2° Un croquis sommaire ou diagramme du système de distribution ;

3° Un état des renseignements conforme au modèle n° 2 annexé à la présente circulaire ;

4° Un tracé de la ligne fait à une échelle suffisante et comportant tous les détails essentiels aux points importants, tels que croisements avec les lignes télégraphiques ou téléphoniques, voies ferrées, etc.

Le dossier ainsi constitué sera transmis par le préfet à l'ingénieur des Postes et des Télégraphes, comme il a été dit dans le cas précédent (art. 4 de la loi).

Lorsque cet ingénieur aura formulé son avis, il renverra le dossier soit directement, soit après communication à l'Administration centrale. La communication à l'Administration centrale ne sera d'ailleurs faite que si l'installation projetée donne lieu de craindre des troubles sur les fils de l'Etat préexistants et s'il y a lieu, par suite, de passer avec le pétitionnaire une convention réglant les indemnités qui seraient dues par lui à l'Administration des Postes et des Télégraphes pour l'exécution des mesures de préservation nécessaires.

Le préfet aura à prendre un arrêté spécial d'autorisation, pour ce qui concerne la loi du 25 juin 1895.

Cette autorisation soumettra le permissionnaire aux conditions électriques indiquées par le service des Postes et Télégraphes et qui, sauf exception admise après avis du Comité d'électricité, seront toujours conformes à celles énumérées dans l'instruction ci-jointe.

L'arrêté devra notamment désigner l'ingénieur des Postes et des Télégraphes chargé du contrôle des conditions électriques et faire connaître les obligations du permissionnaire, en ce qui concerne la surveillance et l'entretien de son installation.

Dès que cet arrêté aura été rendu, le permissionnaire, muni des autorisations de voirie nécessaires, sera libre de procéder à l'installation. Il pourra, sous réserve des formalités à remplir vis-à-vis des services de

voirie, faire circuler son courant à la suite d'un simple avis adressé, contre reçu, au directeur des Postes et Télégraphes, si l'installation est du type dit « à basse tension ». S'il s'agit d'une installation dite « à haute tension », il fera connaître au directeur la date d'achèvement de ses travaux ; l'ingénieur chargé du contrôle procédera aussitôt aux essais réglementaires. Si les résultats obtenus sont satisfaisants, mention en sera faite sur le registre de contrôle à la suite des essais et cette inscription tiendra lieu d'autorisation de mise en service.

Dans quelques cas spéciaux, s'il s'agit, par exemple, de conducteurs prenant appui sur des ouvrages appartenant aux Compagnies de chemins de fer, ou passant en dessus ou en dessous de leurs emprises, etc., il sera nécessaire de demander l'avis et l'adhésion des services intéressés. Cette mission incombe à l'ingénieur des Postes et des Télégraphes au cours de son étude du dossier ; le texte d'arrêté qui sera proposé au préfet par le directeur sera donc toujours établi après cette entente, sans qu'il y ait lieu de provoquer de nouvelles conférences à ce sujet.

Les indications qui précèdent visent les formalités à remplir dans le cas de l'établissement d'une installation entièrement nouvelle.

Lorsqu'il s'agira d'établissement de branchements dans une installation déjà autorisée, les formalités seront encore simplifiées ; il suffira que le permissionnaire adresse, contre reçu, à l'ingénieur du contrôle des conditions électriques, une demande spécifiant la longueur du branchement, la section et l'isolement des conducteurs, ainsi que tous les renseignements utiles pour définir l'emplacement choisi.

Si, dans les huit jours, le permissionnaire n'a pas reçu avis contraire et toujours sous réserve de l'exécution des formalités de voirie, il sera libre d'exécuter ses travaux.

Formalités à remplir dans le cas d'approbation ministérielle (art. 5 de la loi). — Les installations soumises à la formalité de l'approbation ministérielle (art. 5) sont les installations de conducteurs d'énergie électrique faites pour les besoins de leur exploitation par les administrations de l'Etat ou par les entreprises de services publics soumises au contrôle de l'Administration.

Il convient d'entendre par là :

1° Les installations faites par les administrations de l'Etat pour les besoins de leur exploitation et empruntant le domaine public, c'est-à-dire autres que celles tombant sous le coup des articles 1 et 2 de la loi ;

2° Les installations faites par les entreprises de services publics soumises à un contrôle électrique déjà organisé par l'Etat.

Il y a lieu de remarquer que cette définition comprend la plupart des installations dont la concession fait l'objet d'une loi ou d'un décret

d'utilité publique, notamment les tramways électriques. Par contre, les distributions d'énergie électrique faites pour le compte des particuliers ou pour les communes et empruntant les voies publiques tombent sous le coup de l'article 4 de la loi, parce que le contrôle électrique de l'Etat ne sera organisé pour elles que par l'arrêté préfectoral d'autorisation, comme il est indiqué ci-dessus (pages 230 et 231).

La procédure à suivre dans le cas des installations soumises à l'approbation ministérielle comporte :

1° La tenue d'une conférence à deux degrés entre les services intéressés, l'ingénieur des Postes et des Télégraphes représentant l'Administration au premier degré, le directeur au second degré.

Cette conférence doit être provoquée, soit par le représentant de l'Administration pour le compte de laquelle est faite l'installation, soit par le représentant de l'Administration par l'intermédiaire de laquelle l'entreprise en cause a sollicité la concession du service.

Elle a pour but d'arrêter de concert, après examen des projets détaillés de l'installation, les conditions électriques qui sont imposables à celle-ci.

Lorsque la concession du service public en cause devra être faite par un décret d'utilité publique ou une loi, une première conférence sommaire devra avoir lieu, dès le début de l'instruction, de manière à faire connaître, dès l'origine, au pétitionnaire, avec toute l'approximation possible, les obligations auxquelles il aura à se soumettre au point de vue des conditions électriques :

2° L'envoi du procès-verbal de la conférence à l'Administration centrale. Cet envoi doit être accompagné d'un dossier constitué comme il a été dit plus haut, à propos des installations soumises au régime de l'autorisation :

3° La promulgation d'un arrêté pris par le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et déterminant en dernier ressort, d'une part les conditions électriques imposables à l'installation, d'autre par les fonctionnaires chargés par lui de vérifier que ces conditions sont bien remplies.

Cet arrêté sera ensuite transmis au préfet, qui aura à en faire assurer l'exécution par les intéressés.

Cas des installations concernant les chemins de fer et les voies navigables. — Ainsi qu'il a été dit plus haut, les installations concernant les chemins de fer et les voies navigables ne sont soumises à aucune formalité.

Toutefois, conformément à l'article 2 de la loi, elles devront faire l'objet d'une déclaration lorsqu'elles passeront à moins de 10 mètres en projection horizontale d'une ligne télégraphique ou téléphonique.

Mesures à prendre pour assurer l'application de l'article 7. — Toutes les installations électriques, sans exception, demeurent soumises aux prescriptions de l'article 7 de la loi du 25 juin 1895 et doivent être

exploitées de manière à n'apporter aucun trouble dans les transmissions télégraphiques ou téléphoniques; s'il survient un trouble d'une manière quelconque, le directeur du département en informe l'exploitant, le met en demeure de faire cesser le trouble immédiatement et prend, s'il y a lieu, toutes les mesures nécessaires, conformément à l'article 12 du décret-loi du 27 décembre 1851.

A partir de cette mise en demeure, l'auteur du dommage n'a plus à exciper de son ignorance. Il sait qu'il tombe sous le coup de la loi et des pénalités qu'elle édicte, s'il ne prend les mesures nécessaires pour remédier à l'état de choses qui lui est signalé.

Lorsque les troubles atteignent des lignes télégraphiques ou téléphoniques installées postérieurement à l'établissement des conducteurs d'énergie électrique, il appartient à l'Administration des Postes et des Télégraphes d'aviser au moyen de se garantir elle-même contre ces troubles et, s'il est nécessaire, de demander des modifications à l'installation de ces conducteurs; elle en supportera alors les frais et l'industriel ou le service public intéressé sera tenu de les exécuter.

Instruction technique jointe à la présente circulaire. — Comité d'électricité. — Ainsi qu'il a été dit précédemment, les ingénieurs des Postes et des Télégraphes chargés d'étudier les projets d'installation qui leur seront soumis devront se conformer aux indications contenues dans l'instruction technique ci-après.

Cette instruction a été arrêtée après avis du Comité d'électricité institué par l'article 6 de la loi et qui a pour mission d'étudier, à titre consultatif, soit les prescriptions réglementaires à imposer, soit les dispositions à prendre dans chaque cas particulier, en vue de garantir le bon fonctionnement des lignes télégraphiques ou téléphoniques.

Afin de la maintenir toujours en harmonie avec les progrès de la science et les nécessités nouvelles qui en résulteront, cette instruction est révisée chaque année après avis du Comité d'électricité.

D'une manière générale, tout particulier, en cas de désaccord avec l'Administration locale, peut en référer au Ministre. Le Comité sera toujours appelé à donner son avis sur les questions ainsi soulevées. Sa composition, dans laquelle l'industrie est si largement représentée, et la compétence de ses membres sont un sûr garant que les solutions indiquées seront de nature à sauvegarder heureusement les intérêts en jeu. Ces avis contribueront à former peu à peu une jurisprudence autorisée, et il n'est pas douteux qu'à ce point de vue les prévisions du législateur ne soient pleinement justifiées.

Instruction technique pour l'établissement des conducteurs d'énergie électrique (février 1903). — La présente instruction a pour objet de définir les conditions électriques imposables aux installations d'énergie électrique par application de la loi du 25 juin 1895.

On désignera, dans ce qui suit :

Sous le nom d'*installations à haute tension*, les installations à coura : t

continu utilisant des tensions supérieures à 600 volts et les installations à courants alternatifs utilisant des tensions efficaces supérieures à 120 volts ;

Sous le nom d'*installations à basse tension*, les installations à courant continu utilisant des tensions inférieures ou égales à 600 volts et les installations à courants alternatifs utilisant des tensions efficaces inférieures ou égales à 120 volts.

On considérera comme rentrant dans la catégorie des *installations à basse tension* les distributions à courants alternatifs à fils multiples dans lesquelles la mise à la terre permanente de l'un des fils assurera à 120 volts le maximum de tension efficace pouvant exister entre les autres fils et la terre.

CHAPITRE PREMIER

Prescriptions techniques spéciales aux conducteurs aériens.

ARTICLE PREMIER. — *Supports*. — Les supports doivent présenter toutes les garanties de solidité nécessaires.

En particulier, les supports en bois doivent être prémunis contre les actions de l'humidité ou du sol.

Les appuis métalliques fixés sur la voie publique seront, dans le cas de la haute tension, pourvus d'une bonne communication avec le sol.

Dans le cas où les appuis seraient munis, pour leur protection contre la foudre, d'un fil de terre, ce fil devra être pourvu sur une hauteur minimum de 3 mètres, à partir du sol, d'un dispositif isolant le plaçant hors d'atteinte.

ART. 2. — *Isolateurs*. — La distance entre deux isolateurs, consécutifs ne doit pas être supérieure à 100 mètres, sauf exception motivée.

L'emploi des isolateurs à huile ou à simple cloche est considéré comme insuffisant dans les installations à haute tension.

ART. 3. — *Conditions spéciales d'établissement des conducteurs aériens*.

— § 1. — *Résistance mécanique*. — Les conducteurs doivent avoir une résistance suffisante à la traction pour qu'il n'y ait aucun danger de ruptures sous l'action des efforts qu'ils auront à supporter.

§ 2. — *Interdiction de l'accès des conducteurs au public*. — a) Les conducteurs doivent être hors de la portée du public¹.

b) Dans le cas de courants continus à tensions supérieures à 600 volts ou de courants alternatifs, le permissionnaire doit munir les sup-

¹ Les prescriptions relatives à la hauteur des appuis au-dessus du sol sont définies par les services de voirie intéressés.

ports, sur une hauteur de 50 centimètres à partir de 2 mètres au-dessus du sol, de dispositions spéciales pour empêcher, autant que possible, le public d'atteindre les conducteurs.

En outre, sur les appuis d'angle, on prendra les dispositions nécessaires pour que le conducteur d'énergie électrique, au cas où il viendrait à abandonner l'isolateur, soit encore retenu et ne risque pas de traîner sur le sol.

Chaque support portera l'inscription : « Dangereux » (*en gros caractères*), suivie des mots : « Défense absolue de toucher aux fils, même tombés à terre. »

§ 3. — *Traversée des voies publiques.* — Dans le cas de courants continus à tensions supérieures à 600 volts ou de courants alternatifs, un dispositif de protection sera établi au-dessous des conducteurs d'énergie électrique, dans toute la partie correspondant à la traversée des voies publiques, rivières et canaux navigables, à moins que le permissionnaire n'ait fait agréer une disposition présentant des garanties de sécurité suffisantes ou rendant le conducteur inoffensif en cas de rupture.

La même précaution pourra être imposée dans tous les cas où la chute d'un conducteur serait susceptible de compromettre la sécurité de la circulation.

§ 4. — *Traversée des lieux habités.* — Dans la traversée des lieux habités, les conducteurs d'énergie électrique sont, en outre, soumis aux règles suivantes :

Les conducteurs de la canalisation principale doivent être placés à 1 mètre au moins des façades, et, en tous cas, hors de la portée des habitants.

S'ils passent au-dessus d'un toit, ils doivent en être à une distance de 2 mètres au moins.

§ 5. — *Branchements particuliers.* — Les conducteurs formant branchement particulier doivent être protégés dans toutes les parties où ils sont à la portée des personnes.

ART. 4. — *Voisinage des lignes télégraphiques ou téléphoniques appartenant à l'État.* — § 1. — Dans tous les cas, la distance entre les conducteurs d'énergie électrique et les fils télégraphiques ou téléphoniques doit être de 1 mètre au moins.

§ 2. — Lorsque les conducteurs d'énergie électrique parcourus par des courants de haute tension suivront parallèlement une ligne télégraphique ou téléphonique, la distance à établir entre ces lignes devra toujours être fixée de manière qu'en aucun cas il ne puisse y avoir de contact accidentel.

Lorsque les conducteurs d'énergie seront fixés sur toute leur longueur, cette distance pourra être réduite à 1 mètre, comme il est dit ci-dessus (§ 1^{er}). Dans tous les autres cas, elle ne sera jamais inférieure à 2 mètres.

Les distances ci-dessus (§§ 1 et 2) sont d'ailleurs indiquées sous les réserves spécifiées à l'article 7 de la loi du 25 juin 1895¹.

§ 3. — Aux points de croisement et dans le cas de courants de haute tension, tout contact éventuel entre les conducteurs d'énergie électrique et les fils télégraphiques ou téléphoniques préexistants sera prévenu à l'aide d'un dispositif mécanique de garde ou, à défaut, par une modification des lignes de l'Etat.

§ 4. — L'Administration pourra établir, si elle le juge nécessaire, aux frais des permissionnaires, des coupe-circuits spéciaux sur les fils télégraphiques ou téléphoniques intéressés.

§ 5. — Si l'Administration établit ultérieurement des lignes télégraphiques ou téléphoniques dans le voisinage des conducteurs d'énergie électrique, les frais résultant des mesures de précaution indiquées ci-dessus seront à la charge de l'Administration et le permissionnaire sera tenu d'exécuter les travaux qui lui seront indiqués.

ART. 5. — *Isolement électrique de l'installation.* — L'ensemble des conducteurs aériens de l'installation sera établi de manière à présenter un isolement kilométrique de 5 mégohms, s'il s'agit d'installations à haute tension, ou de 1 mégohm, s'il s'agit d'installations à basse tension.

Toutefois, dans l'appréciation de cette valeur minimum d'isolement, les agents contrôleurs devront tenir compte de l'ensemble des mesures périodiques qui doivent être réglementairement effectuées par les exploitants.

ART. 6. — Lorsqu'une station centrale à haute tension desservira un certain nombre d'agglomérations distantes les unes des autres, il devra exister entre chaque agglomération importante d'abonnés et la station centrale un moyen de communication directe et indépendante.

A l'entrée de chaque agglomération importante devront être disposés des appareils permettant de couper le circuit en cas d'accident.

CHAPITRE II

Prescriptions techniques spéciales aux conducteurs souterrains.

ART. 7. — *Conditions générales d'établissement des conducteurs souterrains.* — § 1. — *Protection mécanique.* — Les conducteurs d'énergie électrique souterrains doivent être protégés mécaniquement contre les

¹ Toute installation électrique devra être exploitée et entretenue de manière à n'apporter, par induction, dérivation ou autrement, aucun trouble dans les transmissions télégraphiques ou téléphoniques dans les lignes préexistantes.

variables que pourraient leur occasionner le tassement des terres, le contact des corps durs ou le choc des outils en cas de fouille.

§ 2. — *Conducteurs électriques placés dans une conduite métallique.* — Dans tous les cas où les conducteurs d'énergie électrique sont placés dans une enveloppe ou conduite métallique, ils doivent être isolés avec le même soin que s'ils étaient placés directement dans le sol.

§ 3. — *Précautions contre l'introduction des eaux.* — Les conduites, quelle que soit leur nature, doivent être établies de manière à éviter autant que possible l'introduction des eaux. En tout cas, des précautions doivent être prises pour assurer la prompte évacuation des eaux et le drainage des fouilles.

§ 4. — *Passage sur des ouvrages métalliques.* — Lorsque les câbles seront installés sur un ouvrage métallique, l'établissement de boîtes de coupure aux deux extrémités de l'ouvrage pourra être exigé, de manière à permettre de vérifier aisément si le tronçon ainsi constitué présente la résistance d'isolement prescrite par l'article 12 ci-dessous.

Art. 8. — *Voisinage des conduites de gaz.* — Lorsque, dans le voisinage des conducteurs d'énergie électrique, il existe des conduites de gaz, et que ces conducteurs ne sont pas placés directement dans le sol, le permissionnaire doit prendre les mesures nécessaires pour assurer la ventilation régulière de la conduite renfermant les câbles électriques et éviter l'accumulation des gaz.

Art. 9. — *Voisinage des conduites télégraphiques ou téléphoniques.* — § 1. — Lorsque les conducteurs d'énergie électrique suivent une direction commune avec une ligne télégraphique ou téléphonique, une distance d'au moins 1 mètre en projection horizontale doit exister entre ces conducteurs et la ligne télégraphique ou téléphonique, sous les réserves spécifiées à l'article 7 de la loi du 25 juin 1895.

§ 2. — Aux points de croisement, les conducteurs d'énergie électrique doivent être placés à une distance minimum de 0^m,50 des conduites télégraphiques ou téléphoniques, à moins que la canalisation ne présente en ces points les mêmes garanties, aux points de vue de la sécurité publique, de l'induction et des dérivations, que les câbles concentriques ou cordés, à enveloppe de plomb ou armés.

Art. 10. — *Regards.* — Les regards établis par le permissionnaire ne doivent renfermer ni tuyaux d'eau, de gaz, d'air comprimé, etc., ni conducteurs d'électricité appartenant à un autre permissionnaire.

Les regards doivent être disposés de manière à pouvoir être ventilés.

Les plaques des regards doivent être convenablement isolées par rapport aux conducteurs d'énergie électrique.

Art. 11. — *Branchements.* — Les conducteurs d'énergie électrique formant branchements particuliers doivent être recouverts d'un isolant protégé mécaniquement d'une façon suffisante, soit par l'arma-

ture du câble conducteur, soit par des conduites en matière résistante et durable.

ART. 12. — *Isolement électrique de l'installation.* — Le réseau de conducteurs doit être disposé de telle manière qu'on puisse débrancher les canalisations privées et diviser en tronçons la canalisation principale.

La résistance absolue d'isolement de chaque tronçon entre les conducteurs et la terre, exprimée en ohms, ne doit jamais être numériquement inférieure à cinq fois le carré de la plus grande différence de potentiel efficace entre les conducteurs, exprimée en volts.

CHAPITRE III

Tramways.

ART. 13. — *Voies.* — La conductibilité de la voie devra être assurée dans les meilleures conditions possibles.

La perte de charge kilométrique le long de la voie ne devra pas dépasser 1 volt. Toutefois, dans certains cas particuliers, une perte de charge supérieure pourra être autorisée. Dans tous les cas, des précautions spéciales pourront en outre être prescrites en vue de protéger les masses métalliques de toute nature contre l'action des courants de retour.

Lorsque la voie passera sur un ouvrage métallique, elle devra être autant que possible isolée électriquement du sol dans la traversée de l'ouvrage. Les connexions devront être établies de telle sorte que la chute de potentiel entre les deux extrémités de l'ouvrage ne dépasse pas en marche normale 0,25 volt. Des mesures d'espèce pourront enfin être prescrites en vue d'atténuer la différence de potentiel entre la masse de l'ouvrage et le sol, toutes les fois que cela sera jugé nécessaire.

Les limites indiquées ci-dessus devront s'appliquer uniquement aux pertes de charge moyennes rapportées à la durée de marche effective.

ART. 14. — *Conducteurs aériens.* — Des dispositifs destinés à protéger mécaniquement les lignes télégraphiques ou téléphoniques contre les contacts avec les conducteurs aériens devront être établis à tous les points de croisement.

ART. 15. — Les fils de suspension du conducteur de trolley devront être isolés avec soin de ce conducteur et de la terre.

ART. 16. — *Cas particulier du montage avec fil neutre.* — L'emploi de deux fils de trolley ayant entre eux une différence de potentiel de 1.200 volts au plus et supportés par un même appui sera admis

lorsque le montage de l'installation comportera l'emploi des voies de retour comme fil neutre.

ART. 17. — *Prescriptions générales.* — Sous réserve des prescriptions ci-dessus, il sera fait application aux installations de tramways de toutes les dispositions énoncées dans les chapitres I et II, et applicables en l'espèce.

CHAPITRE IV

Dispositions générales.

ART. 18. — Il est interdit d'employer la terre comme partie du circuit.

ART. 19. — *Transformateurs.* — Toutes les parties accessibles des transformateurs devront être mises soigneusement à la terre.

L'isolement entre chacun de leurs circuits ainsi qu'entre le primaire et la terre ne devra jamais être inférieur à 100 mégohms, mesuré à froid (15° environ), ou 10 mégohms, mesuré à chaud (70° environ).

Les locaux dans lesquels seront installés les transformateurs seront maintenus clos. Un écriteau très apparent sera apposé à la porte pour prévenir le public du danger d'y pénétrer.

ART. 20. — *Voisinage des poudreries et poutrières.* — Aucun conducteur d'énergie électrique ne peut être établi à moins de 20 mètres d'une poudrerie ou d'un magasin à poudre, à munitions ou à explosifs, si ce conducteur est aérien, de 10 mètres si ce conducteur est souterrain.

Cette distance se compte à partir de la clôture qui entoure la poudrerie ou du mur d'enceinte spécial qui entoure le magasin. S'il n'existe pas de mur, on devra considérer comme limite dudit magasin :

1° Le pied du talus des massifs de terre recouvrant les locaux, si ceux-ci sont enterrés ;

2° Les points où émergent les gaines ou couloirs qui mettent les locaux en communication avec l'extérieur, si ceux-ci sont souterrains.

ART. 21. — *Exceptions.* — Les demandes relatives à des installations comportant des tensions égales ou supérieures à 10.000 volts ou des dispositions techniques non prévues dans la présente instruction, ou des dérogations à cette instruction, sont réservées à l'examen et à la décision de l'Administration supérieure.

ART. 22. — *Responsabilité du permissionnaire.* — Il demeure entendu que, nonobstant les autorisations obtenues et l'application des dispositions ci-dessus, le permissionnaire est responsable vis-à-vis des tiers des accidents qui résulteraient de ses travaux ou de son exploitation.

§ 3. — Réglementation du travail ¹.A. — TEXTES RELATIFS A LA DURÉE DU TRAVAIL DES ENFANTS,
DES FILLES MINEURES ET DES FEMMES

1^o Texte de la loi du 2 novembre 1892 sur le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels, en tenant compte des modifications apportées par la loi du 30 mars 1900. — SECTION I^{re}. — *Dispositions générales.* — *Age d'admission.* — *Durée du travail.* — ARTICLE PREMIER. — Le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les usines, manufactures, mines, minières et carrières, chantiers, ateliers et leurs dépendances, de quelque nature que ce soit, publics ou privés, laïques ou religieux, même lorsque ces établissements ont un caractère d'enseignement professionnel ou de bienfaisance, est soumis aux obligations déterminées par la présente loi.

Toutes les dispositions de la présente loi s'appliquent aux étrangers travaillant dans les établissements ci-dessus désignés.

Sont exceptés les travaux effectués dans les établissements où ne sont employés que les membres de la famille sous l'autorité soit du père, soit de la mère, soit du tuteur.

Néanmoins, si le travail s'y fait à l'aide de chaudière à vapeur ou de moteur mécanique, ou si l'industrie exercée est classée au nombre des établissements dangereux ou insalubres, l'inspecteur aura le droit de prescrire les mesures de sécurité et de salubrité à prendre, conformément aux articles 12, 13 et 14.

ART. 2. — Les enfants ne peuvent être employés par les patrons ni être admis dans les établissements énumérés dans l'article 1^{er} avant l'âge de treize ans révolus.

Toutefois, les enfants munis du certificat d'études primaires institué par la loi du 28 mars 1882 peuvent être employés à partir de l'âge de douze ans.

Aucun enfant âgé de moins de treize ans ne pourra être admis au travail dans les établissements ci-dessus visés s'il n'est muni d'un certificat d'aptitude physique délivré, à titre gratuit, par l'un des médecins chargés de la surveillance du premier âge ou l'un des médecins inspecteurs des écoles, ou tout autre médecin chargé d'un service

¹ Un *Commentaire pratique de la réglementation du travail industriel*, dont les auteurs sont MM. Paul Razous et Armand Razous, a été édité par la maison Berger-Levrault, 5, rue des Beaux-Arts, Paris. Les industriels trouveront dans cet ouvrage, dont le prix est de 6 francs, les tolérances accordées par les règlements aux prescriptions légales.

public désigné par le préfet. Cet examen sera contradictoire, si les parents le réclament.

Les inspecteurs du travail pourront toujours requérir un examen médical de tous les enfants au-dessous de seize ans déjà admis dans les établissements susvisés, à l'effet de constater si le travail dont ils sont chargés excède leur force.

Dans ce cas, les inspecteurs auront le droit d'exiger leur renvoi de l'établissement sur l'avis conforme de l'un des médecins désignés au paragraphe 3 du présent article, et après examen contradictoire si les parents le réclament.

Dans les orphelinats et institutions de bienfaisance visés à l'article 1^{er}, et dans lesquels l'instruction primaire est donnée, l'enseignement manuel ou professionnel, pour les enfants âgés de moins de treize ans, sauf pour les enfants âgés de douze ans munis du certificat d'études primaires, ne pourra pas dépasser trois heures par jour.

Art. 3 de la loi du 2 novembre 1892, modifié par l'article 1^{er} de la loi du 30 mars 1900. — Les jeunes ouvriers et ouvrières jusqu'à l'âge de dix-huit ans et les femmes ne peuvent être employés à un travail effectif de plus de onze heures par jour, coupées par un ou plusieurs repos, dont la durée totale ne pourra être inférieure à une heure et pendant lesquels le travail sera interdit.

Au bout de deux ans à partir de la promulgation de la présente loi, la durée du travail sera réduite à dix heures et demie et, au bout d'une nouvelle période de deux années, à dix heures.

Dans chaque établissement, sauf les usines à feu continu et les mines, minières ou carrières, les repos auront lieu aux mêmes heures pour toutes les personnes protégées par la présente loi.

SECTION II. — *Travail de nuit. — Repos hebdomadaire.* — Art. 4. — Les enfants âgés de moins de dix-huit ans, les filles mineures et les femmes ne peuvent être employés à aucun travail de nuit dans les établissements énumérés à l'article 1^{er}.

Tout travail entre neuf heures du soir et cinq heures du matin est considéré comme travail de nuit ; toutefois, le travail sera autorisé de quatre heures du matin à dix heures du soir, quand il sera réparti entre deux postes d'ouvriers ne travaillant pas plus de neuf heures chacun.

Le travail de chaque équipe sera coupé par un repos d'une heure au moins.

Il sera accordé, pour les femmes et les filles âgées de plus de dix-huit ans, à certaines industries qui seront déterminées par un règlement d'administration publique et dans les conditions d'application qui seront précisées dans ledit règlement, la faculté de prolonger le travail jusqu'à onze heures du soir, à certaines époques de l'année, pendant une durée totale qui ne dépassera pas soixante jours. En aucun cas, la journée de travail effectif ne pourra être prolongée au delà de douze heures.

Il sera accordé à certaines industries, déterminées par un règlement d'administration publique, l'autorisation de déroger d'une façon permanente aux dispositions des paragraphes 1 et 2 du présent article, mais sans que le travail puisse, en aucun cas, dépasser sept heures par vingt-quatre heures.

Le même règlement pourra autoriser, pour certaines industries, une dérogation temporaire aux dispositions précitées.

En outre, en cas de chômage résultant d'une interruption accidentelle ou de force majeure, l'interdiction ci-dessus peut, dans n'importe quelle industrie, être temporairement levée par l'inspecteur pour un délai déterminé.

Paragraphe ajouté par la loi du 30 mars 1900. — A l'expiration d'un délai de deux ans à partir de la promulgation de la présente loi, les dispositions exceptionnelles concernant le travail de nuit prévues aux paragraphes 2 et 3 du présent article cesseront d'être en vigueur, sauf pour les travaux souterrains des mines, minières et carrières.

ART. 5. — Les enfants âgés de moins de dix-huit ans et les femmes de tout âge ne peuvent être employés dans les établissements énumérés à l'article 1^{er} plus de six jours par semaine, ni les jours de fête reconnus par la loi, même pour rangement d'atelier.

Une affiche apposée dans les ateliers indiquera le jour adopté pour le repos hebdomadaire.

ART. 6. — Néanmoins, dans les usines à feu continu, les femmes majeures et les enfants du sexe masculin peuvent être employés tous les jours de la semaine, la nuit, aux travaux indispensables, sous la condition qu'ils auront au moins un jour de repos par semaine.

Les travaux tolérés et le laps de temps pendant lequel ils peuvent être exécutés seront déterminés par un règlement d'administration publique.

ART. 7. — L'obligation du repos hebdomadaire et les restrictions relatives à la durée du travail peuvent être temporairement levées par l'inspecteur divisionnaire, pour les travailleurs visés à l'article 5, pour certaines industries à désigner par le susdit règlement d'administration publique.

ART. 8. — Les enfants des deux sexes âgés de moins de treize ans ne peuvent être employés comme acteurs, figurants, etc., aux représentations publiques données dans les théâtres et cafés-concerts sédentaires.

Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, à Paris, et les préfets, dans les départements, pourront exceptionnellement autoriser l'emploi d'un ou plusieurs enfants dans les théâtres pour la représentation de pièces déterminées.

SECTION III. — *Travaux souterrains.* — ART. 9. — Les filles et les femmes ne peuvent être admises dans les travaux souterrains des mines, minières et carrières.

Des règlements d'administration publique détermineront les condi-

tions spéciales du travail des enfants de treize à dix-huit ans du sexe masculin dans les travaux souterrains ci-dessus visés.

Dans les mines spécialement désignées par des règlements d'administration publique comme exigeant, en raison de leurs conditions naturelles, une dérogation aux prescriptions du paragraphe 2 de l'article 4, ces règlements pourront permettre le travail des enfants à partir de quatre heures du matin et jusqu'à minuit, sous la condition expresse que les enfants ne soient pas assujettis à plus de huit heures de travail effectif ni à plus de dix heures de présence dans la mine, par vingt-quatre heures.

SECTION IV. — *Surveillance des enfants.* — ART. 10. — Les maires sont tenus de délivrer gratuitement aux père, mère, tuteur ou patron, un livret sur lequel sont portés les nom et prénoms des enfants des deux sexes âgés de moins de dix-huit ans, la date, le lieu de leur naissance et leur domicile.

Si l'enfant a moins de treize ans, le livret devra mentionner s'il est muni du certificat d'études primaires institué par la loi du 28 mars 1882.

Les chefs d'industrie ou patrons inscriront sur le livret la date de l'entrée dans l'atelier et celle de la sortie. Ils devront également tenir un registre sur lequel seront mentionnées toutes les indications insérées au présent article.

ART. 11. — Les patrons ou chefs d'industrie et loueurs de force motrice sont tenus de faire afficher dans chaque atelier les dispositions de la présente loi, les règlements d'administration publique relatifs à son exécution et concernant plus spécialement leur industrie, ainsi que les adresses et les noms des inspecteurs de la circonscription.

Ils afficheront également les heures auxquelles commencera et finira le travail, ainsi que les heures et la durée des repos. Un duplicata de cette affiche sera envoyé à l'inspecteur, un autre sera déposé à la mairie.

Dans les établissements visés par la présente loi, autres que les usines à feu continu et les établissements qui seront déterminés par un règlement d'administration publique, l'organisation du travail par relais, sauf ce qui est prévu aux paragraphes 2 et 3 de l'article 4, sera interdite pour les personnes protégées par les articles précédents dans un délai de trois mois à partir de la promulgation de la présente loi. (Modification apportée par la loi du 30 mars 1900.)

En cas d'organisation du travail par postes ou équipes successives, le travail de chaque équipe sera continu, sauf l'interruption pour le repos. (Modification apportée par la loi du 30 mars 1900.)

Dans toutes les salles de travail des ouvriers, orphelinats, ateliers de charité ou de bienfaisance dépendant des établissements religieux ou laïques, sera placé, d'une façon permanente, un tableau indiquant, en caractères facilement lisibles, les conditions du travail des enfants telles qu'elles résultent des articles 2, 3, 4 et 5, et déterminant l'emploi

de la journée, c'est-à-dire les heures du travail manuel, du repos, de l'étude et des repas. Ce tableau sera visé par l'inspecteur et revêtu de sa signature.

Un état nominatif complet des enfants élevés dans les établissements ci-dessus désignés, indiquant leurs noms et prénoms, la date et le lieu de leur naissance, et certifié conforme par les directeurs de ces établissements, sera remis tous les trois mois à l'inspecteur et fera mention de toutes les mutations survenues depuis la production du dernier état.

SECTION V. — *Hygiène et sécurité des travailleurs.* —

SECTION VI. — *Inspection.* — ART. 17. — Les inspecteurs du travail sont chargés d'assurer l'exécution de la présente loi et de la loi du 9 septembre 1848.

Ils sont chargés, en outre, concurremment avec les commissaires de police, de l'exécution de la loi du 7 décembre 1874 relative à la protection des enfants employés dans les professions ambulantes.

Toutefois, en ce qui concerne les exploitations de mines, minières et carrières, l'exécution de la loi est exclusivement confiée aux ingénieurs et contrôleurs des mines, qui, pour ce service, sont placés sous l'autorité du Ministre du Commerce et de l'Industrie.

ART. 18. — Les inspecteurs du travail sont nommés par le Ministre du Commerce et de l'Industrie.

Ce service comprendra :

1° Des inspecteurs divisionnaires ;

2° Des inspecteurs ou inspectrices départementaux.

Un décret, rendu après avis du Comité des Arts et Manufactures et de la Commission supérieure du travail ci-dessous instituée, déterminera les départements dans lesquels il y aura lieu de créer des inspecteurs départementaux. Il fixera le nombre, le traitement et les frais de tournée de ces inspecteurs.

Les inspecteurs ou inspectrices départementaux sont placés sous l'autorité de l'inspecteur divisionnaire.

Les inspecteurs du travail prêtent serment de ne point révéler les secrets de fabrication et, en général, les procédés d'exploitation dont ils pourraient prendre connaissance dans l'exercice de leurs fonctions.

Toute violation de ce serment est punie conformément à l'article 378 du Code pénal.

ART. 19. — Désormais ne seront admissibles aux fonctions d'inspecteur divisionnaire ou départemental que les candidats ayant satisfait aux conditions et aux concours visés par l'article 22.

La nomination au poste d'inspecteur titulaire ne sera définitive qu'après un stage d'un an.

ART. 20. — Les inspecteurs et inspectrices ont entrée dans tous les établissements visés par l'article 1^{er} ; ils peuvent se faire représenter le registre prescrit par l'article 10, les livrets, les règlements inté-

rieurs et, s'il y a lieu, le certificat d'aptitude physique mentionné à l'article 2.

Les contraventions sont constatées par les procès-verbaux des inspecteurs et inspectrices, qui font foi jusqu'à preuve contraire.

Ces procès-verbaux sont dressés en double exemplaire, dont l'un est envoyé au préfet du département et l'autre déposé au parquet.

Les dispositions ci-dessus ne dérogent point aux règles du droit commun, quant à la constatation et à la poursuite des infractions à la présente loi.

Art. 21. — Les inspecteurs ont pour mission, en dehors de la surveillance qui leur est confiée, d'établir la statistique des conditions du travail industriel dans la région qu'ils sont chargés de surveiller.

Un rapport d'ensemble résumant ces communications sera publié tous les ans par les soins du Ministre du Commerce et de l'Industrie.

SECTION VII. — *Commissions supérieure et départementale.* — Art. 22. — Une Commission supérieure composée de neuf membres, dont les fonctions sont gratuites, est établie auprès du Ministre du Commerce et de l'Industrie. Cette Commission comprend deux sénateurs, deux députés élus par leurs collègues et cinq membres nommés pour une période de quatre ans par le Président de la République. Elle est chargée :

1° De veiller à l'application uniforme et vigilante de la présente loi;

2° De donner son avis sur les règlements à faire et généralement sur les diverses questions intéressant les travailleurs protégés;

3° Enfin, d'arrêter les conditions d'admissibilité des candidats à l'inspection divisionnaire et départementale et le programme du concours qu'ils devront subir.

Les inspecteurs divisionnaires nommés en vertu de la loi du 19 mai 1874, et actuellement en fonctions, seront répartis entre les divers postes d'inspecteurs divisionnaires et d'inspecteurs départementaux établis en exécution de la présente loi, sans être assujettis à subir le concours.

Les inspecteurs départementaux pourront être conservés sans subir un nouveau concours.

Art. 23. — Chaque année, le président de la Commission supérieure adresse au Président de la République un rapport général sur les résultats de l'inspection et sur les faits relatifs à l'exécution de la présente loi.

Ce rapport doit être, dans le mois de son dépôt, publié au *Journal officiel*.

Art. 24. — Les conseils généraux devront instituer une ou plusieurs commissions chargées de présenter, sur l'exécution de la loi et les améliorations dont elle serait susceptible, des rapports qui seront transmis au Ministre et communiqués à la Commission supérieure.

Les inspecteurs divisionnaires et départementaux, les président et vice-présidents du conseil de prud'hommes du chef-lieu ou du principal centre industriel du département et, s'il y a lieu, l'ingénieur des mines, font partie de droit de ces commissions dans leurs circonscriptions respectives.

Les commissions locales instituées par les articles 20, 21 et 22 de la loi du 19 mai 1874 sont abolies.

ART. 25. — Il sera institué, dans chaque département, des comités de patronage ayant pour objet :

1° La protection des apprentis et des enfants employés dans l'industrie ;

2° Le développement de leur instruction professionnelle.

Le conseil général, dans chaque département, déterminera le nombre et la circonscription des comités de patronage, dont les statuts seront approuvés dans le département de la Seine par le Ministre de l'Intérieur et le Ministre du Commerce et de l'Industrie, et par les préfets dans les autres départements.

Les comités de patronage seront administrés par une commission composée de sept membres, dont quatre seront nommés par le conseil général et trois par le préfet.

Ils sont renouvelables tous les trois ans. Les membres sortants pourront être appelés de nouveau à en faire partie.

Leurs fonctions sont gratuites.

SECTION VIII. — *Pénalités.* — ART. 26. — Les manufacturiers, directeurs ou gérants d'établissements visés par la présente loi qui auront contrevenu aux prescriptions de ladite loi et des règlements d'administration publique relatifs à son exécution seront poursuivis devant le tribunal de simple police et passibles d'une amende de 5 à 15 francs.

L'amende sera appliquée autant de fois qu'il y aura de personnes employées dans des conditions contraires à la présente loi.

Toutefois, la peine ne sera pas applicable si l'infraction à la loi a été le résultat d'une erreur provenant de la production d'actes de naissance, livrets ou certificats contenant de fausses énonciations ou délivrés pour une autre personne.

Les chefs d'industrie seront civilement responsables des condamnations prononcées contre les directeurs ou gérants.

ART. 27. — En cas de récidive, le contrevenant sera poursuivi devant le tribunal correctionnel et puni d'une amende de 15 à 100 francs.

Il y a récidive lorsque, dans les douze mois antérieurs au fait poursuivi, le contrevenant a déjà subi une condamnation pour une contravention identique.

En cas de pluralité de contraventions entraînant ces peines de la récidive, l'amende sera appliquée autant de fois qu'il aura été relevé de nouvelles contraventions.

Les tribunaux correctionnels pourront appliquer les dispositions de l'article 463 du Code pénal sur les circonstances atténuantes, sans qu'en aucun cas l'amende, pour chaque contravention, puisse être inférieure à 5 francs.

ART. 28. — L'affichage du jugement peut, suivant les circonstances et en cas de récidive seulement, être ordonné par le tribunal de police correctionnelle.

Le tribunal peut également ordonner, dans le même cas, l'insertion du jugement aux frais du contrevenant dans un ou plusieurs journaux du département.

ART. 29. — Est puni d'une amende de 100 à 500 francs quiconque aura mis obstacle à l'accomplissement des devoirs d'un inspecteur.

En cas de récidive, l'amende sera portée de 500 à 1.000 francs.

L'article 463 du Code pénal est applicable aux condamnations prononcées en vertu de cet article.

SECTION IX. — *Dispositions spéciales.* — ART. 30. — Les règlements d'administration publique nécessaires à l'application de la présente loi seront rendus après avis de la Commission supérieure du travail et du Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Le Conseil général des mines sera appelé à donner son avis sur les règlements prévus en exécution de l'article 9.

ART. 31. — Les dispositions de la présente loi sont applicables aux enfants placés en apprentissage et employés dans un des établissements visés à l'article 1^{er}.

ART. 32. — Les dispositions édictées par la présente loi ne seront applicables qu'à dater du 1^{er} janvier 1893.

La loi du 19 mai 1874 et les règlements d'administration publique rendus en exécution de ses dispositions seront abrogés à la date susindiquée.

2^e Décret du 15 juillet 1893, modifié par les décrets des 26 juillet 1895, 29 juillet 1897, 24 février 1898 et 1^{er} juillet 1899. — ARTICLE PREMIER. — Dans les industries ci-après déterminées, les femmes et les filles âgées de plus de dix-huit ans pourront être employées jusqu'à onze heures du soir, à certaines époques de l'année et pendant une durée totale qui ne dépassera pas soixante jours par an, sans cas, en aucun cas, la durée du travail effectif puisse dépasser douze heures par vingt-quatre heures.

Broderie et passementerie pour confections ;

Chapeaux (Fabrication et confection de) en toutes matières pour hommes et femmes ;

Confections, coutures et lingeries pour femmes et enfants ;

Confections en fourrures ;

Pliage et encartonnage des rubans.

ART. 2. — Il pourra être dérogé d'une façon permanente aux

dispositions des paragraphes 1 et 2 de l'article 4 précité, pour les industries et catégories de travailleurs énumérées ci-dessous, mais sans que le travail puisse dépasser sept heures par vingt-quatre heures.

INDUSTRIES	TRAVAILLEURS
Amidon de maïs (Coulage et séchage de l').....	Femmes.
Imprimés (Brochage des).....	Filles majeures et femmes.
Journaux (Pliage des).....	Idem.
Mines (Allumage des lampes de)....	Idem.

Art. 3. — Les industries énumérées ci-après sont autorisées à déroger temporairement aux dispositions relatives au travail de nuit, sans que le travail effectif des femmes, filles ou enfants employés la nuit puisse dépasser dix heures par vingt-quatre heures :

INDUSTRIES	DURÉE TOTALE des dérogations
Beurreries non annexées à une ferme ou à un groupe de fermes réunies par un lien coopératif	60 jours
Collés et gélatines (Fabrication de)...	60 —
Confiserie	90 —
Conserves alimentaires de fruits et de légumes.....	90 —
Conserves de poissons.....	90 —
Délainage des peaux de mouton.....	60 —
Parfum des fleurs (Extraction des)...	90 —
Pâtes alimentaires et fabriques de biscuits employant le beurre frais.	30 —
Réparations urgentes de navires et de machines motrices.....	120 — (enfants au-dessus de 16 ans).
Tonnellerie pour l'emballage des produits de la pêche.....	90 —

Art. 4. — Dans les usines à feu continu où des femmes majeures et des enfants de sexe masculin sont employés la nuit, les travaux tolérés pour ces deux catégories de travailleurs sont les suivants :

USINES à feu continu	TRAVAILLEURS	TRAVAUX TOLÉRÉS
Distilleries de betteraves.	Enfants et femmes..	Laver, peser, trier la betterave, manoeuvrer les robinets à jus et à eau, aider aux batteries de diffusion et aux appareils distillatoires.
Fer et fonte émaillés (Fabriques d'objets en).	Enfants	Manoeuvrer à distance les portes des fours.
Huiles (Usines pour l'extraction des).	Enfants	Remplir les sacs, les secouer après pressage, porter les sacs vides et les claies.
Papeteries.....	Enfants et femmes..	Aider les surveillants de machines, couper, trier, ranger, rouler et apprêter le papier.
Sucres (Fabriques et raffineries de).	Enfants et femmes..	Laver, peser, trier la betterave, manoeuvrer les robinets à jus et à eau, surveiller les filtres, aider aux batteries de diffusion, coudre des toiles, laver des appareils et des ateliers, travailler le sucre en tablettes.
Usines métallurgiques.	Enfants	Aider à la préparation des lits de fusion, aux travaux accessoires d'affinage, de laminage, de martelage et de tréfilage, de préparation des moules pour objets de fonte moulée, de rangement des paquets, des feuilles, des tubes et des fils.
	Enfants	Présenter les outils, faire les premiers cueillages, aider au soufflage et au moulage, porter dans les fours à recuire, en retirer les objets, le tout dans les conditions prévues à l'article 7 du décret du 13 mai 1893.
Verreries.....	Femmes.....	Trier et ranger les bouteilles.

Lorsque les femmes majeures et les enfants sont employés toute la nuit, leur travail doit être coupé par des intervalles de repos représentant un temps total de repos au moins égal à deux heures.

La durée du travail effectif ne peut d'ailleurs dépasser, dans les vingt-quatre heures, dix heures pour les femmes et les enfants.

ART. 5. — Les industries pour lesquelles l'obligation du repos hebdomadaire et les restrictions relatives à la durée du travail pourront être temporairement levées par l'inspecteur divisionnaire, pour les enfants âgés de moins de dix-huit ans et les femmes de tout âge, sont les suivantes :

- Ameublement, tapisserie, passementerie pour meubles ;
- Appareils orthopédiques (Fabrication d') ;
- Beurreries non annexées à une ferme ou à un groupe de fermes réunies par un lien coopératif ;
- Bijouterie et joaillerie ;
- Biscuits employant le beurre frais (Fabriques de) ;
- Blanchisseries de linge fin ;
- Boîtes de conserves (Fabriques de et imprimeries sur métaux pour) ;
- Bonneterie fine (Fabrication de) ;
- Briqueteries en plein air ;
- Brochage des imprimés ;
- Broderie et passementerie pour confections ;
- Cartons (Fabriques de) pour jouets, bonbons, cartes de visites, rubans ;
- Chapeaux (Confection et fabrication de) en toutes matières pour hommes et femmes ;
- Chaussures (Fabrication de) ;
- Corsets (Confection de) ;
- Colles et gélatines (Fabrication de) ;
- Coloriage au patron ou à la main ;
- Confections, coutures et lingerie pour femmes et enfants ;
- Confections pour hommes ;
- Confections en fourrures ;
- Conserves de fruits et confiserie, conserves de légumes et de poissons ;
- Corderies en plein air ;
- Couronnes funéraires (Fabriques de) ;
- Délainage des peaux de moutons ;
- Dorure pour ameublements ;
- Dorure pour encadrements ;
- Etablissements industriels dans lesquels sont exécutés des travaux sur l'ordre du Gouvernement et dans l'intérêt de la sûreté et de la défense nationales après avis des ministres intéressés constatant expressément la nécessité de la dérogation ;
- Filature, retordage de fils crépés, bouclés et à boutons, des fils moulinés et multicolores ;

Fleurs (Extraction des parfums des);
 Fleurs et plumes;
 Gainerie;
 Impression de la laine peignée, blanchissage, teinture et impression des fils de laine, de coton, de soie, destinés au tissage des étoffes de nouveautés;
 Imprimeries typographiques;
 Imprimeries lithographiques;
 Imprimeries en taille douce;
 Jouets, bibeloterie, petite tableterie et articles de Paris (Fabriques de);
 Orfèvrerie (Polissage, dorure, gravure, ciselage, guillochage et plumage en);
 Papier (Transformation du), fabrication des enveloppes, du cartonnage des cahiers d'école, des registres, des papiers de fantaisie;
 Papiers de tenture;
 Parfumerie (Fabrication de);
 Porcelaine (Ateliers de décor sur);
 Reliure;
 Réparations urgentes de navires et de machines motrices;
 Soie (Dévidage de la) pour étoffes de nouveautés;
 Teinture, apprêt, blanchiment, impression, gaufrage et moirage des étoffes;
 Tissage des étoffes de nouveautés destinées à l'habillement;
 Tissus, dentelles et laizes de soie;
 Travaux extérieurs dans les chantiers de l'industrie du bâtiment (*Décret du 14 août 1903*).

ART. 6. — Les chefs des industries autorisés soit à prolonger le travail jusqu'à onze heures du soir, en vertu de l'article 1^{er}, soit à déroger temporairement aux dispositions relatives au travail de nuit, en vertu de l'article 3, devront prévenir l'inspecteur ou l'inspectrice chaque fois qu'ils voudront faire usage de ces autorisations.

L'avis sera donné par l'envoi, avant le commencement du travail exceptionnel, d'une carte postale, d'une lettre sans enveloppe ou d'un télégramme, de façon que le timbre de la poste fasse foi de la date dudit avis.

Une copie de l'avis sera immédiatement affichée dans un endroit apparent des ateliers et y restera apposée pendant toute la durée de la dérogation.

Dans les cas prévus de l'article 5, une copie de l'autorisation sera également affichée.

B. — TEXTES RELATIFS A LA DURÉE DU TRAVAIL DES ADULTES

1^{er} Décret-loi du 9 septembre 1848, modifié par la loi du 30 mars 1900. — ARTICLE PREMIER. — La journée de l'ouvrier dans les manufactures et usines ne pourra pas excéder douze heures de travail effectif.

Dispositions ajoutées par l'article 2 de la loi du 30 mars 1900. — Il est ajouté à l'article 1^{er} du décret-loi des 9-14 septembre 1848 la disposition suivante :

« Toutefois, dans les établissements énumérés dans l'article 1^{er} de la loi du 2 novembre 1891 qui emploient dans les mêmes locaux des hommes adultes et des personnes visées par ladite loi, la journée de ces ouvriers ne pourra excéder onze heures de travail effectif.

« Dans le cas du paragraphe précédent, au bout de deux ans à partir de la promulgation de la présente loi, la journée sera réduite à dix heures et demie, et, au bout d'une nouvelle période de deux ans, à dix heures. »

ART. 2. — Des règlements d'administration publique détermineront les exceptions qu'il sera nécessaire d'apporter à cette disposition générale à raison de la nature des industries ou des causes de force majeure.

ART. 3. — Il n'est porté aucune atteinte aux usages et aux conventions qui, antérieurement au 2 mars, fixaient pour certaines industries la journée de travail à un nombre d'heures inférieur à douze.

ART. 4. — Tout chef de manufacture ou usine qui contreviendra au présent décret et aux règlements d'administration publique promulgués en exécution de l'article 2 sera puni d'une amende de 5 francs à 100 francs.

Les contraventions donneront lieu à autant d'amendes qu'il y aura d'ouvriers indûment employés, sans que ces amendes réunies puissent s'élever au-dessus de 1.000 francs.

Le présent article ne s'applique pas aux usages locaux et conventions indiqués dans la présente loi.

ART. 5. — L'article 463 du Code pénal pourra toujours être appliqué.

ART. 6. — Le décret du 2 mars, en ce qui concerne la limite des heures de travail, est abrogé.

2^o Décret du 28 mars 1902. — ARTICLE PREMIER. — La durée du travail effectif journalier des ouvriers adultes peut, pour les travaux désignés au tableau suivant et conformément à ses indications, être élevée au-dessus des limites respectivement fixées par l'article 1^{er} de la loi du 9 septembre 1848, en ce qui concerne les établissements ou parties d'établissements industriels n'employant dans les mêmes locaux que des hommes adultes, et par l'article 2 de la loi du 30 mars 1900, en ce qui concerne les établissements ou parties d'établissements industriels employant dans les mêmes locaux des hommes adultes et des enfants, des filles mineures ou des femmes.

DÉSIGNATION DES TRAVAUX	LIMITE D'AUGMENTATION de durée du travail effectif journalier
<p>1^o Travail des ouvriers spécialement employés dans une industrie quelconque à la conduite des fours, fourneaux, étuves, sécheries ou chaudières autres que les générateurs pour machines motrices, ainsi qu'au chauffage des cuves et bacs, sous la condition que ce travail ait un caractère purement préparatoire ou complémentaire, et ne constitue pas le travail fondamental de l'établissement.</p>	<p>Une heure et demie au delà de la limite assignée au travail général de l'établissement; deux heures le lendemain de tout jour de chômage.</p>
<p>Travail des mécaniciens et des chauffeurs employés au service des machines motrices;</p>	
<p>2^o Travail des ouvriers employés, après arrêt de la production, à l'entretien et au nettoyage des métiers ou autres machines productrices que la connexité des travaux ne permettrait pas de mettre isolément au repos pendant la marche générale de l'établissement;</p>	<p>Une demi-heure au delà de la limite assignée au travail général de l'établissement.</p>
<p>3^o Travail d'un chef d'équipe ou d'un ouvrier spécialiste dont la présence est indispensable à la marche d'un atelier ou au fonctionnement d'une équipe, dans le cas d'absence inattendue de son remplaçant et en attendant l'arrivée d'un autre remplaçant;</p>	<p>Deux heures au delà de la limite assignée au travail général de l'établissement.</p>
<p>4^o Travail des ouvriers spécialement employés soit au service des fours, soit à d'autres opérations, quand le service ou les opérations doivent rester continus pendant plus d'une semaine;</p>	<p>Faculté illimitée pendant un jour pour permettre l'alternance des équipes, cette alternance ne pouvant avoir lieu qu'à une semaine d'intervalle au moins.</p>
<p>5^o Travail des ouvriers spécialement employés, soit à des opérations de grosse métallurgie (fonte, forgeage, laminage des métaux en grosses pièces et opérations connexes), soit à d'autres opérations reposant sur des réactions qui, techniquement, ne peuvent être arrêtées à volonté, lorsque les unes et les autres n'ont pu être terminées dans les délais réglementaires par suite de circonstances exceptionnelles;</p>	<p>Deux heures exceptionnellement pour la grosse métallurgie, six heures la veille de tout jour de chômage.</p>
<p>6^o Travaux urgents dont l'exécution immédiate est nécessaire pour prévenir des accidents imminents, organiser des mesures de sauvetage, ou réparer des accidents survenus soit au matériel, aux installations ou aux bâtiments de l'établissement;</p>	<p>Faculté illimitée pendant un jour au choix de l'industriel; les autres jours, deux heures au delà de la limite fixée par l'article 1^{er}, paragraphe 1^{er}, de la loi du 9 septembre 1848.</p>

DÉSIGNATION DES TRAVAUX	LIMITE D'AUGMENTATION de durée du travail effectif journalier
7° Travaux exécutés dans l'intérêt de la sûreté et de la défense nationales, sur un ordre du Gouvernement constatant la nécessité de la dérogation;	Limite à fixer dans chaque cas, de concert entre le Ministre du Commerce et de l'Industrie et le Ministre qui ordonne les travaux.
8° Travail du personnel des imprimeries typographiques, lithographiques et en taille-douce;	Deux heures au delà de la limite fixée par l'article 1 ^{er} , paragraphe 1 ^{er} , de la loi du 9 septembre 1848. Maximum annuel, 100 heures.
9° Travail des ouvriers spécialement employés à la mouture des grains dans les machines exclusivement actionnées par l'eau ou par le vent.	Deux heures au delà de la limite fixée par l'article 1 ^{er} , paragraphe 1 ^{er} , de la loi du 9 septembre 1848.

ART. 2. — Les facultés d'augmentation de la durée du travail journalier accordées pour les enfants, les filles mineures et les femmes, en vertu de la loi du 2 novembre 1892, s'appliquent de plein droit aux ouvriers adultes employés dans les mêmes locaux.

ART. 3. — Tout chef d'établissement qui veut user des facultés prévues aux articles précédents est tenu de faire connaître préalablement à l'inspecteur du travail la nature de la dérogation, le nombre d'ouvriers pour lesquels la durée du travail journalier sera augmentée, les heures de travail et de repos de ces ouvriers, celles de l'ensemble du personnel de l'établissement et les jours auxquels s'applique l'augmentation. Copie de cet avis sera affichée dans l'établissement.

Si cette augmentation est motivée, soit par les circonstances exceptionnelles prévues au paragraphe 5 du tableau annexé à l'article 1^{er}, soit par les travaux urgents prévus au paragraphe 6 du même tableau, l'avis doit être envoyé par exprès ou par télégramme à l'inspecteur du travail. Si la faculté réclamée ne lui paraît pas justifiée, celui-ci en avisera l'industriel.

ART. 4. — Les décrets des 17 mai 1851, 31 janvier 1866, 3 avril 1889 et 10 décembre 1899 sont abrogés.

C. — TEXTES RELATIFS A L'HYGIÈNE DES ATELIERS¹
ET A LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS² DU TRAVAIL.

1^{re} Loi du 12 juin 1893, modifiée par la loi du 11 juillet 1903. —

ARTICLE PREMIER. — Sont soumis aux dispositions de la présente loi les manufactures, fabriques, usines, chantiers, ateliers, laboratoires, cui-

¹ L'ouvrier, lorsqu'il est placé dans les meilleures conditions hygiéniques, est à même de fournir, avec le moins de gêne possible, le maximum de travail utile.

Ces conditions sont quelquefois assez difficiles à obtenir, et leur réalisation demande, dans tous les cas, de l'ingéniosité et certaines recherches. Pour éviter aux industriels et aux chefs d'atelier des tâtonnements et une perte de temps regrettable, M. Razous a réuni dans l'ouvrage : *l'Assainissement des ateliers et des usines*, la description claire, nette et précise des meilleures dispositions. En raison des fonctions d'inspecteur du travail dans l'industrie qu'il a successivement remplies dans de grands centres industriels, l'auteur a été à même de vérifier l'efficacité des moyens qu'il décrit.

L'ouvrage de M. Razous est donc essentiellement utile à tous les chefs d'industrie qui pourront se le procurer, au prix de 5 francs, chez l'auteur, 41, rue de Bourgogne, Paris, 7^e, ou chez M^{me} V^{ve} Ch. Dunod, 49, quai des Grands-Augustins, Paris, 6^e.

² Pendant longtemps on a considéré les accidents industriels comme une conséquence inévitable du développement du machinisme, comme une sorte d'impôt auquel on ne pouvait se soustraire. Mais, aujourd'hui, on a reconnu que, s'il est des périls que la prudence humaine est et sera toujours impuissante à conjurer, il en est beaucoup d'autres que de sages précautions sont susceptibles de prévenir. L'efficacité des mesures de protection a été mise en évidence par les excellents résultats obtenus, tant par les Associations d'industriels contre les accidents que par l'inspection officielle du travail des divers pays civilisés. L'expérience a prouvé que près de la moitié des accidents de fabrique peuvent être évités par l'adaptation aux machines de moyens de protection convenables. Il s'impose donc à tout industriel de mettre en application, dans ses ateliers, les mesures préventives propres à donner à l'ouvrier toute sécurité pendant le rude labeur qui doit absorber toute son attention. La loi du 12 juin 1893 lui en fait, d'ailleurs, une obligation, et les articles 10 à 18 du décret du 10 mars 1894 sont une sorte de code résumé des précautions à prendre pour prévenir les accidents. Il y a plus : les chefs d'industrie ont un intérêt pécuniaire à rendre leur outillage le moins dangereux possible, afin que les Compagnies d'assurance, auxquelles ils ont presque toujours à recourir depuis la mise à exécution de la loi du 9 avril 1898 sur la responsabilité des accidents, diminuent de plus en plus les primes à payer.

L'examen technique des dispositions à prendre pour réduire au minimum le

sines, caves et chais, magasins, boutiques, bureaux, entreprises de chargement et de déchargement et leurs dépendances, de quelque nature que ce soit, publics ou privés, laïques ou religieux, même lorsque ces établissements ont un caractère d'enseignement professionnel ou de bienfaisance.

Sont seuls exceptés les établissements où ne sont employés que les membres de la famille sous l'autorité soit du père, soit de la mère, soit du tuteur.

Néanmoins, si le travail s'y fait à l'aide de chaudière à vapeur ou de moteur mécanique ou si l'industrie exercée est classée au nombre des établissements dangereux ou insalubres, l'inspecteur aura le droit de prescrire les mesures de sécurité et de salubrité à prendre conformément aux dispositions de la présente loi.

Art. 2. — Les établissements visés à l'article 1^{er} doivent être tenus dans un état constant de propreté et présenter les conditions d'hygiène et de salubrité nécessaires à la santé du personnel.

Ils doivent être aménagés de manière à garantir la sécurité des travailleurs. Dans tout établissement fonctionnant par des appareils mécaniques, les roues, les courroies, les engrenages ou tout autre organe pouvant offrir une cause de danger seront séparés des ouvriers, de telle manière que l'approche n'en soit possible que pour les besoins du service. Les puits, trappes et ouvertures doivent être clôturés.

Les machines, mécanismes, appareils de transmission, outils et engins doivent être installés et tenus dans les meilleures conditions possibles de sécurité.

Les dispositions qui précèdent sont applicables aux théâtres, cirques et autres établissements similaires où il est fait emploi d'appareils mécaniques.

Art. 3. — Des règlements d'administration publique, rendus après avis du Comité consultatif des arts et manufactures, détermineront :

1^o Les mesures générales de protection et de salubrité applicables à tous les établissements assujettis, notamment en ce qui concerne l'éclairage, l'aération ou la ventilation, les eaux potables, les fosses d'aisances, l'évacuation des poussières et vapeurs, les précautions à prendre contre les incendies, le couchage du personnel;

2^o Au fur et à mesure des nécessités constatées, les prescriptions

nombre et la gravité des accidents industriels fait l'objet d'un important ouvrage que tous les industriels auraient grand intérêt à posséder et à faire lire à leurs ingénieurs et contremaîtres. Cet ouvrage, intitulé : *la Sécurité du travail dans l'industrie. Moyens préventifs contre les accidents d'usines et d'ateliers*, et dont l'auteur est M. Paul Razous, ingénieur civil, ancien inspecteur du travail dans l'industrie, est en vente au prix de 12 fr. 50 chez M^{me} V^o Ch. Dunod, éditeur, 49, quai des Grands-Augustins, Paris.

particulières relatives soit à certaines professions, soit à certains modes de travail.

Le Comité consultatif d'hygiène publique de France sera appelé à donner son avis en ce qui concerne les règlements généraux prévus sous le numéro 1 du présent article.

ART. 4. — Les inspecteurs du travail sont chargés d'assurer l'exécution de la présente loi et des règlements qui y sont prévus; ils ont entrée dans les établissements spécifiés à l'article 1^{er} et au dernier paragraphe de l'article 2, à l'effet de procéder à la surveillance et aux enquêtes dont ils sont chargés.

Toutefois, pour les établissements de l'Etat dans lesquels l'intérêt de la défense nationale s'oppose à l'introduction d'agents étrangers au service, la sanction de la loi est exclusivement confiée aux agents désignés à cet effet par les Ministres de la Guerre et de la Marine; la nomenclature de ces établissements sera fixée par règlement d'administration publique.

ART. 5. — Les contraventions sont constatées par les procès-verbaux des inspecteurs, qui font foi jusqu'à preuve contraire.

Les procès-verbaux sont dressés en double exemplaire, dont l'un est envoyé au préfet du département et l'autre envoyé au Parquet.

Les dispositions ci-dessus ne dérogent point aux règles du droit commun quant à la constatation et à la poursuite des infractions commises à la présente loi.

ART. 6. — Toutefois, en ce qui concerne l'application des règlements d'administration publique prévus par l'article 3 ci-dessus, les inspecteurs, avant de dresser procès-verbal, mettront les chefs d'industrie en demeure de se conformer aux prescriptions dudit règlement.

Cette mise en demeure sera faite par écrit sur le registre de l'usine; elle sera datée et signée, indiquera les contraventions relevées et fixera un délai à l'expiration duquel ces contraventions devront avoir disparu. Ce délai ne sera jamais inférieur à un mois.

Dans les quinze jours qui suivent cette mise en demeure, le chef d'industrie adresse, s'il le juge convenable, une réclamation au Ministre du Commerce et de l'Industrie. Ce dernier peut, lorsque l'obéissance à la mise en demeure nécessite des transformations importantes portant sur le gros œuvre de l'usine, après avis conforme du Comité des Arts et Manufactures, accorder à l'industriel un délai dont la durée, dans tous les cas, ne dépassera jamais dix-huit mois.

Notification de la décision est faite à l'industriel, dans la forme administrative; avis en est donné à l'inspecteur.

ART. 7. — Les chefs d'industrie, directeurs, gérants ou préposés, qui auront contrevenu aux dispositions de la présente loi et des règlements d'administration publique relatifs à son exécution, seront poursuivis devant le tribunal de simple police et punis d'une amende de 5 francs à 15 francs. L'amende sera appliquée autant de fois qu'il

y aura de contraventions distinctes constatées par le procès-verbal, sans toutefois que le chiffre total des amendes puisse excéder 200 francs.

Le jugement fixera, en outre, le délai dans lequel seront exécutés les travaux de sécurité et de salubrité imposés par la loi.

Les chefs d'industrie seront civilement responsables des condamnations prononcées contre leurs directeurs, gérants ou préposés.

ART. 8. — Si, après une condamnation prononcée en vertu de l'article précédent, les mesures de sécurité ou de salubrité imposées par la présente loi ou par les règlements d'administration publique n'ont pas été exécutées dans le délai fixé par le jugement qui a prononcé la condamnation, l'affaire est, sur un nouveau procès-verbal, portée devant le tribunal correctionnel, qui peut, après une nouvelle mise en demeure restée sans résultat, ordonner la fermeture de l'établissement.

Le jugement sera susceptible d'appel; la cour statuera d'urgence.

ART. 9. — En cas de récidive, le contrevenant sera poursuivi devant le tribunal correctionnel et puni d'une amende de 50 à 500 francs, sans que la totalité des amendes puisse excéder 2.000 francs.

Il y a récidive lorsque le contrevenant a été frappé, dans les douze mois qui ont précédé le fait qui est l'objet de la poursuite, d'une première condamnation pour infraction à la présente loi ou aux règlements d'administration publique relatifs à son exécution.

ART. 10. — Les inspecteurs devront fournir, chaque année, des rapports circonstanciés sur l'application de la présente loi dans toute l'étendue de leur circonscription. Ces rapports mentionneront les accidents dont les ouvriers auront été victimes et leurs causes. Ils contiendront les propositions relatives aux prescriptions nouvelles qui seraient de nature à mieux assurer la sécurité du travail.

Un rapport d'ensemble, résumant ces communications, sera publié tous les ans par les soins du Ministre du Commerce et de l'Industrie.

ART. 11. — Tout accident ayant causé une blessure à un ou plusieurs ouvriers, survenu dans un des établissements mentionnés à l'article 1^{er} et au dernier paragraphe de l'article 2, sera l'objet d'une déclaration par le chef de l'entreprise ou, à son défaut et en son absence, par le préposé.

Cette déclaration contiendra le nom et l'adresse des témoins de l'accident; elle sera faite dans les quarante-huit heures au maire de la commune, qui en dressera procès-verbal dans la forme à déterminer par un règlement d'administration publique. A cette déclaration sera joint, produit par le patron, un certificat du médecin indiquant l'état du blessé, les suites probables de l'accident et l'époque à laquelle il sera possible d'en connaître le résultat définitif.

Récépissé de la déclaration et du certificat médical sera remis, séance tenante, au déposant. Avis de l'accident est donné immédiatement par

le maire à l'inspecteur divisionnaire ou départemental (Voir l'article 11 de la loi du 9 avril 1898).

Art. 12. — Seront punis d'une amende de 100 à 500 francs et, en cas de récidive, de 500 à 1.000 francs, tous ceux qui auront mis obstacle à l'accomplissement des devoirs d'un inspecteur.

Les dispositions du Code pénal qui prévoient et répriment les actes de résistance, les outrages et les violences contre les officiers de la police judiciaire sont, en outre, applicables à ceux qui se rendront coupables de faits de même nature à l'égard des inspecteurs.

Les articles 5, 6, 7, 8, 9, 12, paragraphes 1 et 2, et 14 de la présente loi, ne sont pas applicables aux établissements de l'Etat. Un règlement d'administration publique fixera les conditions dans lesquelles seront communiquées par le Ministre du Commerce, aux administrations intéressées, les constatations des inspecteurs du travail dans ces établissements.

Art. 13. — Il n'est rien innové quant à la surveillance des appareils à vapeur.

Art. 14. — L'article 463 du Code pénal est applicable aux condamnations prononcées en vertu de la présente loi.

2^e Décret du 10 mars 1894, modifié par les décrets des 14 juillet 1901 et 6 août 1902. — ARTICLE PREMIER. — Les emplacements affectés au travail dans les manufactures, fabriques, usines, chantiers, ateliers de tous genres et leurs dépendances seront tenus en état constant de propreté. Le sol sera nettoyé à fond au moins une fois par jour avant l'ouverture ou après la clôture du travail, mais jamais pendant le travail. Ce nettoyage sera fait, soit par un lavage, soit à l'aide de brosses ou de linges humides si les conditions de l'industrie ou de la nature du revêtement du sol s'opposent au lavage. Les murs et les plafonds seront l'objet de fréquents nettoyages; les enduits seront refaits toutes les fois qu'il sera nécessaire.

Art. 2. — Dans les locaux où l'on travaille des matières organiques altérables, le sol sera rendu imperméable et toujours bien nivelé, les murs seront recouverts d'un enduit permettant un lavage efficace.

En outre, le sol et les murs seront lavés aussi souvent qu'il sera nécessaire avec une solution désinfectante. Un lessivage à fond avec la même solution sera fait au moins une fois par an.

Les résidus putrescibles ne devront jamais séjourner dans les locaux affectés au travail et seront enlevés au fur et à mesure.

Art. 3. — L'atmosphère des ateliers et de tous les autres locaux affectés au travail sera tenue constamment à l'abri de toute émanation provenant d'égouts, fossés, puisards, fosses d'aisances ou de toute autre source d'infection.

Dans les établissements qui déverseront les eaux résiduaires ou de lavage dans un égout public ou privé, toute communication entre l'égout et l'établissement sera munie d'un intercepteur hydraulique

fréquemment nettoyé et abondamment lavé au moins une fois par jour.

Les travaux dans les puits, conduites de gaz, canaux de fumée, fosses d'aisances, cuves ou appareils quelconques pouvant contenir des gaz délétères ne seront entrepris qu'après que l'atmosphère aura été assainie par une ventilation efficace. Les ouvriers appelés à travailler dans ces conditions seront attachés par une ceinture de sûreté.

ART. 4. — Les cabinets d'aisances ne devront pas communiquer directement avec les locaux fermés où seront employés des ouvriers. Ils seront éclairés « et aménagés de manière à ne dégager aucune odeur¹ ». Le sol et les parois seront en matériaux imperméables, les peintures seront d'un ton clair.

Il y aura au moins un cabinet pour cinquante personnes et des urinoirs en nombre suffisant.

Aucun puits absorbant, aucune disposition analogue ne pourra être établi qu'avec l'autorisation de l'Administration supérieure et dans les conditions qu'elle aura prescrites.

ART. 5. — Les locaux fermés affectés au travail ne seront jamais encombrés; le cube d'air par ouvrier ne pourra être inférieur à 6 mètres cubes.

Ils seront largement aérés « et, en hiver, convenablement chauffés² ». Ces locaux, leurs dépendances et notamment les passages et escaliers seront convenablement éclairés.

ART. 6. — Les poussières ainsi que les gaz incommodes, insalubres ou toxiques seront évacués directement au dehors de l'atelier au fur et à mesure de leur production.

Pour les buées, vapeurs, gaz, poussières légères, il sera installé des hottes avec cheminées d'appel ou tout autre appareil d'élimination efficace.

Pour les poussières déterminées par les meules, les batteurs, les broyeurs et tous autres appareils mécaniques, il sera installé, autour des appareils, des tambours en communication avec une ventilation aspirante énergique.

Pour les gaz lourds, tels que vapeurs de mercure, de sulfure de carbone, la ventilation aura lieu *per descensum* : les tables ou appareils de travail seront mis en communication directe avec le ventilateur.

La pulvérisation des matières irritantes et toxiques ou autres opérations, telles que le tamisage et l'embarillage de ces matières, se feront mécaniquement en appareils clos.

L'air des ateliers sera renouvelé de façon à rester dans l'état de pureté nécessaire à la santé des ouvriers.

ART. 7. — Pour les industries désignées par arrêté ministériel, après

¹ Décret du 6 août 1902.

² Décret du 14 juillet 1901.

avis du Comité consultatif des arts et manufactures, les vapeurs, les gaz incommodes et insalubres et les poussières seront condensés ou détruits.

Art. 8. — Les ouvriers ne devront point prendre leurs repas dans les ateliers ni dans aucun local affecté au travail.

Les patrons mettront à la disposition de leur personnel les moyens d'assurer la propreté individuelle, vestiaires avec lavabos, ainsi que l'eau de bonne qualité pour la boisson.

Art. 9. — Pendant les interruptions de travail pour les repas, les ateliers seront évacués et l'air en sera entièrement renouvelé.

Art. 10. — Les moteurs à vapeur, à gaz, les moteurs électriques, les roues hydrauliques, les turbines ne seront accessibles qu'aux ouvriers affectés à leur surveillance. Ils seront isolés par des cloisons ou barrières de protection.

Les passages entre les machines, mécanismes, outils mus par ces moteurs auront une largeur d'au moins 80 centimètres; le sol des intervalles sera nivelé.

Les escaliers seront solides et munis de fortes rampes.

Les puits, trappes, cuves, bassins, réservoirs de liquides corrosifs ou chauds seront pourvus de solides barrières ou garde-corps.

Les échafaudages seront munis, sur toutes leurs faces, de garde-corps de 90 centimètres de haut.

Art. 11. — Les monte-charges, ascenseurs, élévateurs seront guidés et disposés de manière que la voie de la cage du monte-charge et des contrepoids soit fermée; que la fermeture du puits à l'entrée des divers étages ou galeries s'effectue automatiquement; que rien ne puisse tomber du monte-charge dans le puits.

Pour les monte-charges destinés à transporter le personnel, la charge devra être calculée au tiers de la charge admise pour le transport des marchandises, et les monte-charges seront pourvus de freins, chapeaux, parachutes ou autres appareils préservateurs.

Art. 12. — Toutes les pièces saillantes mobiles et autres parties dangereuses des machines, et notamment les bielles, roues, volants, les courroies et câbles, les engrenages, les cylindres et cônes de friction ou tous autres organes de transmission qui seraient reconnus dangereux, seront munis de dispositifs protecteurs, tels que gaines et chéneaux de bois ou de fer, tambours pour les courroies et les bielles, ou de couvre-engrenage, garde-mains, grillages.

Les machines-outils à instruments tranchants, tournant à grande vitesse, telles que machines à scier, fraiser, raboter, découper, hacher, les cisailles, coupe-chiffons et autres engins semblables, seront disposés de telle sorte que les ouvriers ne puissent, de leur poste de travail, toucher involontairement les instruments tranchants.

Sauf le cas d'arrêt du moteur, le maniement des courroies sera toujours fait par le moyen de systèmes, tels que monte-courroie, porte-courroie, évitant l'emploi direct de la main.

On devra prendre autant que possible des dispositions telles qu'aucun ouvrier ne soit habituellement occupé à un travail quelconque dans le plan de rotation ou aux abords immédiats d'un volant, d'une meule ou de tout autre engin pesant et tournant à grande vitesse.

ART. 13. — La mise en train et l'arrêt des machines devront être toujours précédés d'un signal convenu.

ART. 14. — L'appareil d'arrêt des machines motrices sera toujours placé sous la main des conducteurs qui dirigent ces machines.

Les contremaitres ou chefs d'atelier, les conducteurs de machines-outils, métiers, etc., auront à leur portée le moyen de demander l'arrêt des moteurs.

Chaque machine-outil, métier, etc., sera en outre installé et entretenu de manière à pouvoir être isolé par son conducteur de la commande qui l'actionne.

ART. 15. — Des dispositifs de sûreté devront être installés dans la mesure du possible pour le nettoyage et le graissage des transmissions ou mécanismes en marche.

En cas de réparation d'un organe mécanique quelconque, son arrêt devra être assuré par un calage convenable de l'embrayage ou du volant; il en sera de même pour les opérations de nettoyage qui exigent l'arrêt des organes mécaniques.

ART. 16. — Les sorties des ateliers sur les cours, vestibules, escaliers et autres dépendances intérieures de l'usine doivent être munies de portes s'ouvrant de dedans en dehors. Ces sorties seront assez nombreuses pour permettre l'évacuation rapide de l'atelier; elles seront toujours libres et ne devront jamais être encombrées de marchandises de matières en dépôt ni d'objets quelconques.

Le nombre des escaliers sera calculé de manière que l'évacuation de tous les étages d'un corps de bâtiment contenant des ateliers puisse se faire immédiatement.

Dans les ateliers occupant plusieurs étages, la construction d'un escalier incombustible pourra, si la sécurité l'exige, être prescrite par une décision du Ministre du Commerce, après avis du Comité des Arts et Manufactures.

Les récipients pour l'huile ou le pétrole servant à l'éclairage seront placés dans des locaux séparés et jamais au voisinage des escaliers.

ART. 17. — Les machines dynamos devront être isolées électriquement.

Elles ne seront jamais placées dans un atelier où des corps explosifs, des gaz détonants ou des poussières inflammables se manient ou se produisent.

Les conducteurs électriques placés en plein air pourront rester nus; dans ce cas, ils devront être portés par des isolateurs de porcelaine ou de verre; ils seront écartés des masses métalliques, telles que gouttières, tuyaux de descente, etc.

A l'intérieur des ateliers, les conducteurs nus destinés à des prises de courant sur leur parcours seront écartés des murs, hors de la portée de la main et convenablement isolés.

Les autres conducteurs seront protégés par des enveloppes isolantes.

Toutes précautions seront prises pour éviter l'échauffement des conducteurs à l'aide de coupe-circuits et autres dispositifs analogues.

Art. 18. — Les ouvriers et ouvrières qui ont à se tenir près des machines doivent porter des vêtements ajustés et non flottants.

Art. 19. — Les délais d'exécution des travaux de transformation qu'implique le présent règlement sont fixés : à trois mois à compter de sa promulgation pour les articles 2, § 1 ; 3, § 2 ; 4, § 1 et 2 ; 6, § 1, 2, 3, 4 et 5 ; 8, § 2 ; 11, 12, § 1, 2 et 3 ; 14, § 2 ; 15, § 1 ; 16, § 1 et 2 ; 17 ; et à un an pour les articles 5, § 1, et 10, § 2.

§ 4. — Réparation civile des accidents.

A. — LOI DU 9 AVRIL 1898

CONCERNANT LES RESPONSABILITÉS DES ACCIDENTS DONT LES OUVRIERS SONT VICTIMES DANS LEUR TRAVAIL
(MODIFIÉE PAR LA LOI DU 22 MARS 1902).

TITRE I^{er}. — *Indemnités en cas d'accidents.* — ARTICLE PREMIER. — Les accidents survenus par le fait du travail ou à l'occasion du travail, aux ouvriers et employés occupés dans l'industrie du bâtiment, les usines, manufactures, chantiers, les entreprises de transport par terre et par eau, de chargement et de déchargement, les magasins publics, mines, minières, carrières et, en outre, dans toute exploitation ou partie d'exploitation dans laquelle sont fabriquées ou mises en œuvre des matières explosives, ou dans laquelle il est fait usage d'une machine mue par une force autre que celle de l'homme ou des animaux, donnent droit, au profit de la victime ou de ses représentants, à une indemnité à la charge du chef d'entreprise, à la condition que l'interruption de travail ait duré plus de quatre jours.

Les ouvriers qui travaillent seuls d'ordinaire ne pourront être assujettis à la présente loi par le fait de la collaboration accidentelle d'un ou de plusieurs de leurs camarades.

Art. 2 (*modifié par la loi du 22 mars 1902*)¹. — Les ouvriers et em-

¹ Ancien texte. — Les ouvriers et employés désignés à l'article précédent ne peuvent se prévaloir, à raison des accidents dont ils sont victimes dans leur travail, d'aucunes dispositions autres que celles de la présente loi.

Ceux dont le salaire annuel dépasse 2.400 francs ne bénéficient de ces dispositions que jusqu'à concurrence de cette somme. Pour le surplus, ils n'ont droit qu'au quart des rentes ou indemnités stipulées à l'article 3, à moins de conventions contraires quant au chiffre de la quotité.

ployés désignés à l'article précédent ne peuvent se prévaloir, à raison des accidents dont ils sont victimes dans leur travail, d'aucunes dispositions autres que celles de la présente loi.

Ceux dont le salaire annuel dépasse 2.400 francs ne bénéficient de ces dispositions que jusqu'à concurrence de cette somme. Pour le surplus, ils n'ont droit qu'au quart des rentes stipulées à l'article 3, à moins de conventions contraires élevant le chiffre de la quotité.

ART. 3. — Dans les cas prévus à l'article 1^{er}, l'ouvrier ou l'employé a droit :

Pour l'incapacité absolue et permanente, à une rente égale à la moitié de la réduction que l'accident aura fait subir au salaire ;

Pour l'incapacité temporaire, à une indemnité journalière égale à la moitié du salaire touché au moment de l'accident, si l'incapacité de travail a duré plus de quatre jours et à partir du cinquième jour.

Lorsque l'accident est suivi de mort, une pension est servie aux personnes ci-après désignées, à partir du décès, dans les conditions suivantes :

A. Une rente viagère égale à 20 0/0 du salaire annuel de la victime pour le conjoint survivant non divorcé ou séparé de corps, à la condition que le mariage ait été contracté antérieurement à l'accident.

En cas de nouveau mariage, le conjoint cesse d'avoir droit à la rente mentionnée ci-dessus ; il lui sera alloué, dans ce cas, le triple de cette rente à titre d'indemnité totale.

B. Pour les enfants, légitimes ou naturels, reconnus avant l'accident, orphelins de père ou de mère, âgés de moins de seize ans, une rente calculée sur le salaire annuel de la victime, à raison de 15 0/0 de ce salaire s'il n'y a qu'un enfant, de 25 0/0 s'il y en a deux, de 35 0/0 s'il y en a trois, et 40 0/0 s'il y en a quatre ou un plus grand nombre.

Pour les enfants orphelins de père et de mère, la rente est portée pour chacun d'eux à 20 0/0 du salaire.

L'ensemble de ces rentes ne peut, dans le premier cas, dépasser 40 0/0 du salaire ni 60 0/0 dans le second.

C. Si la victime n'a ni conjoint ni enfant dans les termes des paragraphes A et B, chacun des ascendants et descendants qui était à sa charge recevra une rente viagère pour les ascendants et payable jusqu'à seize ans pour les descendants. Cette rente sera égale à 10 0/0 du salaire annuel de la victime, sans que le montant total des rentes ainsi allouées puisse dépasser 30 0/0.

Chacune des rentes prévues par le paragraphe C est, le cas échéant, réduite proportionnellement.

Les rentes constituées en vertu de la présente loi sont payables par trimestre ; elles sont incessibles et insaisissables.

Les ouvriers étrangers, victimes d'accidents, qui cesseront de rési-

der sur le territoire français, recevront, pour toute indemnité, un capital égal à trois fois la rente qui leur avait été allouée.

Les représentants d'un ouvrier étranger ne recevront aucune indemnité si, au moment de l'accident, ils ne résidaient pas sur le territoire français.

Art. 4. — Le chef d'entreprise supporte, en outre, les frais médicaux et pharmaceutiques et les frais funéraires. Ces derniers sont évalués à la somme de 100 francs au maximum.

Quant aux frais médicaux et pharmaceutiques, si la victime a fait choix elle-même de son médecin, le chef d'entreprise ne peut être tenu que jusqu'à concurrence de la somme fixée par le juge de paix du canton, conformément aux tarifs adoptés dans chaque département pour l'assistance médicale gratuite.

Art. 5. — Les chefs d'entreprise peuvent se décharger, pendant les trente, soixante ou quatre-vingt-dix premiers jours à partir de l'accident, de l'obligation de payer aux victimes les frais de maladie et l'indemnité temporaire, ou une partie seulement de cette indemnité, comme il est spécifié ci-après, s'ils justifient :

1° Qu'ils ont affilié leurs ouvriers à des sociétés de secours mutuels et pris à leur charge une quote-part de la cotisation qui aura été déterminée d'un commun accord, et en se conformant aux statuts-types approuvés par le Ministre compétent, mais qui ne devra pas être inférieure au tiers de cette cotisation ;

2° Que ces sociétés assurent à leurs membres, en cas de blessures, pendant trente, soixante ou quatre-vingt-dix jours, les soins médicaux et pharmaceutiques et une indemnité journalière.

Si l'indemnité journalière servie par la société est inférieure à la moitié du salaire quotidien de la victime, le chef d'entreprise est tenu de lui verser la différence.

Art. 6. — Les exploitants de mines, minières et carrières peuvent se décharger des frais et indemnités mentionnés à l'article précédent moyennant une subvention annuelle versée aux caisses ou sociétés de secours constituées dans ces entreprises en vertu de la loi du 29 juin 1894.

Le montant et les conditions de cette subvention devront être acceptés par la société et approuvés par le Ministre des Travaux publics.

Ces deux dispositions seront applicables à tous autres chefs d'industrie qui ont créé en faveur de leurs ouvriers des caisses particulières de secours en conformité du titre III de la loi du 29 juin 1894. L'approbation prévue ci-dessus sera, en ce qui les concerne, donnée par le Ministre du Commerce et de l'Industrie.

Art. 7 (modifié par la loi du 22 mars 1902)¹. — Indépendamment de

¹ Ancien texte. — Indépendamment de l'action résultant de la présente loi, la victime ou ses représentants conservent, contre les auteurs de

l'action résultant de la présente loi, la victime ou ses représentants conservent, contre les auteurs de l'accident autres que le patron ou ses ouvriers et préposés, le droit de réclamer la réparation du préjudice causé, conformément aux règles du droit commun.

L'indemnité qui leur sera allouée exonérera à due concurrence le chef de l'entreprise des obligations mises à sa charge. Dans le cas où l'accident a entraîné une incapacité permanente ou la mort, cette indemnité devra être attribuée sous forme de rentes servies par la Caisse nationale des retraites.

En outre de cette allocation sous forme de rente, le tiers reconnu responsable pourra être condamné, soit envers la victime, soit envers le chef de l'entreprise, si celui-ci intervient dans l'instance, au paiement des autres indemnités et frais prévus aux articles 3 et 4 ci-dessus.

Cette action contre les tiers responsables pourra même être exercée par le chef d'entreprise, à ses risques et périls, au lieu et place de la victime ou de ses ayants droit, si ceux-ci négligent d'en faire usage.

ART. 8. — Le salaire qui servira de base à la fixation de l'indemnité allouée à l'ouvrier âgé de moins de seize ans ou à l'apprenti victime d'un accident ne sera pas inférieur au salaire le plus bas des ouvriers valides de la même catégorie occupés dans l'entreprise.

Toutefois, dans le cas d'incapacité temporaire, l'indemnité de l'ouvrier âgé de moins de seize ans ne pourra pas dépasser le montant de son salaire.

ART. 9. — Lors du règlement définitif de la rente viagère, après le délai de révision prévu à l'article 19, la victime peut demander que le quart au plus du capital nécessaire à l'établissement de cette rente, calculé d'après les tarifs dressés pour les victimes d'accidents par la Caisse des retraites pour la vieillesse, lui soit attribué en espèces.

Elle peut aussi demander que ce capital, ou ce capital réduit du quart au plus comme il vient d'être dit, serve à constituer sur sa tête une rente viagère réversible, pour moitié au plus, sur la tête de son conjoint. Dans ce cas, la rente viagère sera diminuée de façon qu'il ne résulte de la réversibilité aucune augmentation de charges pour le chef de l'entreprise.

Le tribunal, en chambre du conseil, statuera sur ces demandes.

l'accident autres que le patron ou ses ouvriers et préposés, le droit de réclamer la réparation du préjudice causé, conformément aux règles du droit commun.

L'indemnité qui leur sera allouée exonérera à due concurrence le chef d'entreprise des obligations mises à sa charge.

Cette action contre les tiers responsables pourra même être exercée par le chef d'entreprise, à ses risques et périls, au lieu et place de la victime ou de ses ayants droit, si ceux-ci négligent d'en faire usage.

Art. 10. — Le salaire servant de base à la fixation des rentes s'entend, pour l'ouvrier occupé dans l'entreprise pendant les douze mois écoulés avant l'accident, de la rémunération effective qui lui a été allouée pendant ce temps, soit en argent, soit en nature.

Pour les ouvriers occupés pendant moins de douze mois avant l'accident, il doit s'entendre de la rémunération effective qu'ils ont reçue depuis leur entrée dans l'entreprise, augmentée de la rémunération moyenne qu'ils ont reçue, pendant la période nécessaire pour compléter les douze mois, les ouvriers de la même catégorie.

Si le travail n'est pas continu, le salaire annuel est calculé tant d'après la rémunération reçue pendant la période d'activité que d'après le gain de l'ouvrier pendant le reste de l'année.

TITRE II. — *Déclaration des accidents et enquête.* — Art. 11 (modifié par la loi du 22 mars 1902) 1. — Tout accident ayant occasionné une incapacité de travail doit être déclaré dans les quarante-huit heures, non compris les dimanches et jours fériés, par le chef d'entreprise ou ses préposés, au maire de la commune, qui en dresse procès-verbal et en délivre immédiatement récépissé.

La déclaration et le procès-verbal doivent indiquer, dans la forme réglée par décret, les nom, qualité et adresse du chef d'entreprise, le lieu précis, l'heure et la nature de l'accident, les circonstances dans lesquelles il s'est produit, la nature des blessures, les noms et adresses des témoins.

Dans les quatre jours qui suivent l'accident, si la victime n'a pas repris son travail, le chef d'entreprise doit déposer à la mairie, qui lui en délivre immédiatement récépissé, un certificat de médecin indiquant l'état de la victime, les suites probables de l'accident et l'époque à laquelle il sera possible d'en connaître le résultat définitif.

La déclaration d'accident pourra être faite dans les mêmes condi-

1 *Ancien texte.* — Tout accident ayant occasionné une incapacité de travail doit être déclaré, dans les quarante-huit heures, par le chef d'entreprise ou ses préposés, au maire de la commune, qui en dresse procès-verbal.

Cette déclaration doit contenir les noms et adresses des témoins de l'accident. Il y est joint un certificat de médecin indiquant l'état de la victime, les suites probables de l'accident et l'époque à laquelle il sera possible d'en connaître le résultat définitif.

La même déclaration pourra être faite par la victime ou ses représentants.

Récépissé de la déclaration et du certificat du médecin est remis par le maire au déclarant.

Avis de l'accident est donné immédiatement par le maire à l'inspecteur divisionnaire ou départemental du travail ou à l'ingénieur ordinaire des mines chargé de la surveillance de l'entreprise.

L'article 15 de la loi du 2 novembre 1892 et l'article 11 de la loi du 19 juin 1893 cessent d'être applicables dans les cas visés par la présente loi.

tions par la victime ou ses représentants jusqu'à l'expiration de l'année qui suit l'accident.

Avis de l'accident, dans les formes réglées par décret, est donné immédiatement par le maire à l'inspecteur départemental du travail ou à l'ingénieur ordinaire des mines chargé de la surveillance de l'entreprise.

L'article 15 de la loi du 2 novembre 1892 et l'article 11 de la loi du 12 juin 1893 cessent d'être applicables dans les cas visés par la présente loi.

Art. 12 (modifié par la loi du 22 mars 1902)¹. — Dans les vingt-quatre heures qui suivent le dépôt du certificat, et au plus tard dans les cinq jours qui suivent la déclaration de l'accident, le maire transmet au juge de paix du canton où l'accident s'est produit la déclaration et soit le certificat médical, soit l'attestation qu'il n'a pas été produit de certificat.

Lorsque, d'après le certificat médical, produit en exécution du paragraphe précédent ou transmis ultérieurement par la victime à la justice de paix, la blessure paraît devoir entraîner la mort ou une incapacité permanente, absolue ou partielle de travail, ou lorsque la victime est décédée, le juge de paix, dans les vingt-quatre heures, procède à une enquête à l'effet de rechercher :

- 1° La cause, la nature et les circonstances de l'accident ;
- 2° Les personnes victimes et le lieu où elles se trouvent, le lieu et la date de leur naissance ;
- 3° La nature des lésions ;
- 4° Les ayants droit pouvant, le cas échéant, prétendre à une indemnité, le lieu et la date de leur naissance ;
- 5° Le salaire quotidien et le salaire annuel des victimes ;
- 6° La société d'assurance à laquelle le chef d'entreprise était assuré ou le syndicat de garantie auquel il était affilié.

Les allocations tarifées pour le juge de paix et son greffier en exécution de l'article 29 de la présente loi et de l'article 31 de la loi de finances du 13 avril 1900 seront avancées par le Trésor.

Art. 13. — L'enquête a lieu contradictoirement dans les formes

¹ Ancien texte. — Lorsque, d'après le certificat médical, la blessure paraît devoir entraîner la mort ou une incapacité permanente absolue ou partielle de travail, le maire transmet immédiatement copie de la déclaration et le certificat médical au juge de paix du canton où l'accident s'est produit.

Dans les vingt-quatre heures de la réception de cet avis, le juge de paix procède à une enquête à l'effet de rechercher :

- 1° La cause, la nature et les circonstances de l'accident ;
- 2° Les personnes victimes et le lieu où elles se trouvent ;
- 3° La nature des lésions ;
- 4° Les ayants droit pouvant, le cas échéant, prétendre à une indemnité ;
- 5° Le salaire quotidien et le salaire annuel des victimes.

prescrites par les articles 35, 36, 37, 38 et 39 du Code de procédure civile, en présence des parties intéressées ou celles-ci convoquées d'urgence par lettre recommandée.

Le juge de paix doit se transporter auprès de la victime de l'accident qui se trouve dans l'impossibilité d'assister à l'enquête.

Lorsque le certificat médical ne lui paraîtra pas suffisant, le juge de paix pourra désigner un médecin pour examiner le blessé.

Il peut aussi commettre un expert pour l'assister dans l'enquête.

Il n'y a pas lieu, toutefois, à nomination d'expert dans les entreprises administrativement surveillées, ni dans celles de l'Etat placées sous le contrôle d'un service distinct du service de gestion, ni dans les établissements nationaux où s'effectuent des travaux que la sécurité publique oblige à tenir secrets. Dans ces divers cas, les fonctionnaires chargés de la surveillance ou du contrôle de ces établissements ou entreprises et, en ce qui concerne les exploitations minières, les délégués à la sécurité des ouvriers mineurs, transmettent au juge de paix, pour être joint au procès-verbal d'enquête, un exemplaire de leur rapport.

Sauf les cas d'impossibilité matérielle dûment constatés dans le procès-verbal, l'enquête doit être close dans le plus bref délai et, au plus tard, dans les dix jours à partir de l'accident. Le juge de paix avertit, par lettre recommandée, les parties de la clôture de l'enquête et du dépôt de la minute au greffe, où elles pourront, pendant un délai de cinq jours, en prendre connaissance et s'en faire délivrer une expédition, affranchie du timbre et de l'enregistrement. A l'expiration de ce délai de cinq jours, le dossier de l'enquête est transmis au président du tribunal civil de l'arrondissement.

Art. 14. — Sont punis d'une amende de 1 à 15 francs les chefs d'industrie ou leurs préposés qui ont contrevenu aux dispositions de l'article 11.

En cas de récidive dans l'année, l'amende peut être élevée de 16 à 300 francs.

L'article 463 du Code pénal est applicable aux contraventions prévues par le présent article.

TITRE III. — *Compétence. — Jurisdiction. — Procédure. — Revision.*

— Art. 15. — Les contestations entre les victimes d'accidents et les chefs d'entreprises, relatives aux frais funéraires, aux frais de maladie ou aux indemnités temporaires, sont jugées en dernier ressort par le juge de paix du canton où l'accident s'est produit, à quelque chiffre que la demande puisse s'élever.

Art. 16. — En ce qui touche les autres indemnités prévues par la présente loi, le président du tribunal de l'arrondissement convoque, dans les cinq jours à partir de la transmission du dossier, la victime ou ses ayants droit et le chef d'entreprise, qui peut se faire représenter.

S'il y a accord des parties intéressées, l'indemnité est définitivement fixée par l'ordonnance du président, qui donne acte de cet accord.

Si l'accord n'a pas lieu, l'affaire est renvoyée devant le tribunal, qui statue comme en matière sommaire, conformément au titre XXIV du livre II du Code de procédure civile.

Si la cause n'est pas en état, le tribunal sursoit à statuer, et l'indemnité temporaire continuera à être servie jusqu'à la décision définitive.

Le tribunal pourra condamner le chef d'entreprise à payer une provision; sa décision sur ce point sera exécutoire, nonobstant appel.

ART. 17 (modifié par la loi du 22 mars 1902) 1. — Les jugements rendus en vertu de la présente loi sont susceptibles d'appel, selon les règles du droit commun. Toutefois l'appel, sous réserve des dispositions de l'article 449 du Code de procédure civile, devra être interjeté dans les trente jours de la date du jugement, s'il est contradictoire, et, s'il est par défaut, dans la quinzaine à partir du jour où l'opposition ne sera plus recevable.

L'opposition ne sera plus recevable en cas de jugement par défaut contre partie, lorsque le jugement aura été signifié à personne, passé le délai de quinze jours à partir de cette signification.

La cour statuera d'urgence dans le mois de l'acte d'appel. Les parties pourront se pourvoir en cassation.

Toutes les fois qu'une expertise médicale sera ordonnée, soit par le juge de paix, soit par le tribunal ou par la cour d'appel, l'expert ne pourra être le médecin qui a soigné le blessé, ni un médecin attaché à l'entreprise ou à la société d'assurance à laquelle le chef d'entreprise est affilié.

ART. 18 (modifié par la loi du 22 mars 1902) 2. — L'action en indemnité prévue par la présente loi se prescrit par un an à dater du jour de l'accident ou de la clôture de l'enquête du juge de paix, ou de la cessation du paiement de l'indemnité temporaire.

1 *Ancien texte.* — Les jugements rendus en vertu de la présente loi sont susceptibles d'appel selon les règles du droit commun. Toutefois l'appel devra être interjeté dans les quinze jours de la date du jugement, s'il est contradictoire, et, s'il est par défaut, dans la quinzaine à partir du jour où l'opposition ne sera plus recevable.

L'opposition ne sera plus recevable en cas de jugement par défaut contre partie, lorsque le jugement aura été signifié à personne, passé le délai de quinze jours à partir de cette signification.

La cour statuera d'urgence dans le mois de l'acte d'appel. Les parties pourront se pourvoir en cassation.

2 *Ancien texte.* — L'action en indemnité prévue par la présente loi se prescrit par un an à dater du jour de l'accident.

L'article 55 de la loi du 10 août 1871 et l'article 124 de la loi du 5 avril 1884 ne sont pas applicables aux instances suivies contre les départements ou les communes, en exécution de la présente loi.

Art. 19. — La demande en révision de l'indemnité fondée sur une aggravation ou une atténuation de l'infirmité de la victime ou son décès par suite des conséquences de l'accident, est ouverte pendant trois ans à dater de l'accord intervenu entre les parties ou de la décision définitive.

Le titre de pension n'est remis à la victime qu'à l'expiration des trois ans.

Art. 20 (modifié par la loi du 22 mars 1902)¹. — Aucune des indemnités déterminées par la présente loi ne peut être attribuée à la victime qui a intentionnellement provoqué l'accident.

Le tribunal a le droit, s'il est prouvé que l'accident est dû à une faute inexcusable de l'ouvrier, de diminuer la pension fixée au titre 1^{er}.

Lorsqu'il est prouvé que l'accident est dû à la faute inexcusable du patron ou de ceux qu'il s'est substitués dans la direction, l'indemnité pourra être majorée, mais sans que la rente ou le total des rentes allouées puisse dépasser soit la réduction, soit le montant du salaire annuel.

En cas de poursuites criminelles, les pièces de procédure seront communiquées à la victime ou à ses ayants droit.

Le même droit appartiendra au patron ou à ses ayants droit.

Art. 21. — Les parties peuvent toujours, après détermination du chiffre de l'indemnité due à la victime de l'accident, décider que le service de la pension sera suspendu et remplacé, tant que l'accord subsistera, par tout autre mode de réparation.

Sauf dans le cas prévu à l'article 3, paragraphe A, la pension ne pourra être remplacée par le paiement d'un capital que si elle n'est pas supérieure à 100 francs.

Art. 22 (modifié par la loi du 22 mars 1902)². — Le bénéfice de l'assis-

¹ Ancien texte. — Aucune des indemnités déterminées par la présente loi ne peut être attribuée à la victime qui a intentionnellement provoqué l'accident.

Le tribunal a le droit, s'il est prouvé que l'accident est dû à une faute inexcusable de l'ouvrier, de diminuer la pension fixée au titre 1^{er}.

Lorsqu'il est prouvé que l'accident est dû à la faute inexcusable du patron ou de ceux qu'il s'est substitués dans la direction, l'indemnité pourra être majorée, mais sans que la rente ou le total des rentes allouées puisse dépasser soit la réduction, soit le montant du salaire annuel.

² Ancien texte. — Le bénéfice de l'assistance judiciaire est accordé de plein droit, sur le visa du procureur de la République, à la victime de l'accident ou à ses ayants droit, devant le tribunal.

A cet effet, le président du tribunal adresse au procureur de la République, dans les trois jours de la comparution des parties prévue par l'article 16, un extrait de son procès-verbal de non-conciliation; il y joint les pièces de l'affaire.

tance judiciaire est accordé de plein droit, sur le visa du procureur de la République, à la victime de l'accident ou à ses ayants droit devant le président du tribunal civil et devant le tribunal.

Le procureur de la République procède comme il est prescrit à l'article 13 (paragraphe 2 et suivants) de la loi du 22 janvier 1851, modifiée par la loi du 10 juillet 1931.

Le bénéfice de l'assistance judiciaire s'applique de plein droit à l'acte d'appel. Le premier président de la cour, sur la demande qui lui sera adressée à cet effet, désignera l'avoué près la cour, dont la constitution figurera dans l'acte d'appel, et commettra un huissier pour le signifier.

Si la victime de l'accident se pourvoit devant le bureau d'assistance judiciaire pour en obtenir le bénéfice en vue de toute la procédure d'appel, elle sera dispensée de fournir les pièces justificatives de son indigence.

Le bénéfice de l'assistance judiciaire s'étend de plein droit aux instances devant le juge de paix, à tous les actes d'exécution mobilière et immobilière, et à toute contestation incidente à l'exécution des décisions judiciaires.

L'assisté devra faire déterminer par le bureau d'assistance judiciaire de son domicile la nature des actes et procédure d'exécution auxquels l'assistance s'appliquera.

TITRE IV. — *Garanties.* — Art. 23. — La créance de la victime de l'accident ou de ses ayants droit relative aux frais médicaux, pharmaceutiques et funéraires, ainsi qu'aux indemnités allouées à la suite de l'incapacité temporaire de travail, est garantie par le privilège de l'article 2121 du Code civil, et y sera inscrite sous le numéro 6.

Le paiement des indemnités pour incapacité permanente de travail ou accidents suivis de mort est garanti conformément aux dispositions des articles suivants.

Art. 24. — A défaut, soit par les chefs d'entreprise débiteurs, soit par les sociétés d'assurances à primes fixes ou mutuelles, ou les syndicats de garantie liant solidairement tous leurs adhérents, de s'acquitter, au moment de leur exigibilité, des indemnités mises à leur charge à la suite d'accidents ayant entraîné la mort ou une incapacité permanente de travail, le paiement en sera assuré aux intéressés par les soins de la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse, au moyen d'un fonds spécial de garantie constitué comme il va être dit, et dont la gestion sera confiée à ladite Caisse.

Le procureur de la République procède comme il est prescrit à l'article 13 (paragraphe 2 et suivants) de la loi du 22 janvier 1851.

Le bénéfice de l'assistance judiciaire s'étend de plein droit aux instances devant le juge de paix, à tous les actes d'exécution mobilière et immobilière, et à toute contestation incidente à l'exécution des décisions judiciaires.

ART. 25. — Pour la constitution du fonds spécial de garantie, il sera ajouté au principal de la contribution des patentes des industriels visés par l'article 1^{er}, 0 fr. 04 additionnels. Il sera perçu sur les mines une taxe de 0 fr. 05 par hectare concédé.

Ces taxes pourront, suivant les besoins, être majorées ou réduites par la loi de finances.

ART. 26. — La Caisse nationale des retraites exercera un recours contre les chefs d'entreprise débiteurs, pour le compte desquels des sommes auront été payées par elle, conformément aux dispositions qui précèdent.

En cas d'assurance du chef d'entreprise, elle jouira, pour le remboursement de ses avances, du privilège de l'article 2102 du Code civil sur l'indemnité due par l'assureur, et n'aura plus de recours contre le chef d'entreprise.

Un règlement d'administration publique déterminera les conditions d'organisation et de fonctionnement du service conféré par les dispositions précédentes à la Caisse nationale des retraites et, notamment, les formes du recours à exercer contre les chefs d'entreprise débiteurs ou les sociétés d'assurances et les syndicats de garantie, ainsi que les conditions dans lesquelles les victimes d'accidents ou leurs ayants droit seront admis à réclamer à la Caisse le paiement de leurs indemnités.

Les décisions judiciaires n'emporteront hypothèque que si elles sont rendues au profit de la Caisse des retraites exerçant son recours contre les chefs d'entreprise ou les Compagnies d'assurances.

ART. 27. — Les Compagnies d'assurances mutuelles ou à primes fixes contre les accidents, françaises ou étrangères, sont soumises à la surveillance et au contrôle de l'Etat, et astreintes à constituer des réserves ou cautionnements dans les conditions déterminées par un règlement d'administration publique.

Le montant des réserves ou cautionnements sera affecté par privilège au paiement des pensions et indemnités.

Les syndicats de garantie seront soumis à la même surveillance, et un règlement d'administration publique déterminera les conditions de leur création et de leur fonctionnement.

Les frais de toute nature résultant de la surveillance et du contrôle seront couverts au moyen de contributions proportionnelles au montant des réserves ou cautionnements, et fixés annuellement, pour chaque compagnie ou association, par arrêté du Ministre du Commerce.

ART. 28. — Le versement du capital représentatif des pensions allouées en vertu de la présente loi ne peut être exigé des débiteurs.

Toutefois les débiteurs qui désireront se libérer en une fois pourront verser le capital représentatif de ces pensions à la Caisse nationale des retraites, qui établira à cet effet, dans les six mois de

la promulgation de la présente loi, un tarif tenant compte de la mortalité des victimes d'accidents et de leurs ayants droit.

Lorsqu'un chef d'entreprise cesse son industrie, soit volontairement, soit par décès, liquidation judiciaire ou faillite, soit par cession d'établissement, le capital représentatif des pensions à sa charge devient exigible de plein droit et sera versé à la Caisse nationale des retraites. Ce capital sera déterminé, au jour de son exigibilité, d'après le tarif visé au paragraphe précédent.

Toutefois, le chef d'entreprise ou ses ayants droit peuvent être exonérés du versement de ce capital, s'ils fournissent des garanties qui seront à déterminer par un règlement d'administration publique.

TITRE V. — *Dispositions générales.* — Art. 29. — Les procès-verbaux, certificats, actes de notoriété, significations, jugements et autres actes faits ou rendus en vertu et pour l'exécution de la présente loi, sont délivrés gratuitement, visés pour timbre et enregistrés gratis lorsqu'il y a lieu à la formalité de l'enregistrement.

Dans les six mois de la promulgation de la présente loi, un décret déterminera les émoluments des greffiers de justice de paix pour leur assistance et la rédaction des actes de notoriété, procès-verbaux, certificats, significations, jugements, envois de lettres recommandées, extraits, dépôts de la minute d'enquête au greffe, et pour tous les actes nécessités par l'application de la présente loi, ainsi que les frais de transport auprès des victimes et d'enquête sur place¹.

Art. 30. — Toute convention contraire à la présente loi est nulle de plein droit.

Art. 31. — Les chefs d'entreprise sont tenus, sous peine d'une amende de 1 à 15 francs, de faire afficher dans chaque atelier la présente loi et les règlements d'administration relatifs à son exécution.

En cas de récidive dans la même année, l'amende sera de 16 à 100 francs.

Les infractions aux dispositions des articles 11 et 31 pourront être constatées par les inspecteurs du travail.

Art. 32. — Il n'est point dérogé aux lois, ordonnances et règlements concernant les pensions des ouvriers, apprentis et journaliers appartenant aux ateliers de la Marine et celles des ouvriers immatriculés des manufactures d'armes dépendant du Ministère de la Guerre.

Art. 33. — La présente loi ne sera applicable que trois mois après la publication officielle des décrets d'administration publique qui doivent en régler l'exécution.

¹ L'Administration de l'Enregistrement a reconnu, le 29 janvier 1901, que l'immunité d'impôt inscrite dans cet article s'étendait aux quittances délivrées à l'occasion d'accidents visés dans la loi du 30 juin 1899. (Lettre de M. le Ministre des Finances à son collègue du Commerce, en date du 6 mai 1901.)

ART. 34. — Un règlement d'administration publique déterminera les conditions dans lesquelles la présente loi pourra être appliquée à l'Algérie et aux colonies.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'État.

B. — PRESCRIPTIONS RELATIVES A LA DÉCLARATION DES ACCIDENTS DU TRAVAIL.

Extrait du décret du 23 mars 1902 relatif à l'exécution des articles 11 et 12 de la loi du 9 avril 1898, modifiée par la loi du 22 mars 1902. — Pour chaque victime d'un accident ayant occasionné une incapacité de travail, dans les cas prévus par la loi du 9 avril 1898, la déclaration d'accident, le récépissé de cette déclaration, le dépôt du certificat médical, le récépissé de ce dépôt, seront établis conformément aux quatre modèles ci-après :

REMARQUE. — Le nouvel article 11 de la loi du 9 avril 1898, modifiée par celle du 22 mars 1902, maintient le délai de « quarante-huit heures » pour la déclaration d'accident, quelle qu'en soit la gravité. Mais ce délai est maintenant prorogé à raison des fêtes légales ou des jours fériés qui peuvent le traverser.

Le délai continue à courir d'heure à heure à partir du moment de l'accident : s'il y a un ou plusieurs jours fériés dans l'intervalle, ce délai est augmenté d'autant de fois vingt-quatre heures.

D'autre part, la production du certificat médical n'est plus exigée au moment de la déclaration. Le législateur a voulu ainsi rendre la formalité de la déclaration plus simple et plus rapide, en même temps qu'éviter aux exploitants, pour les accidents n'ayant aucune suite grave, la perte de temps et les frais que peut impliquer la production du certificat médical.

Le chef d'entreprise a dès lors deux obligations nettement distinctes : 1^o pour toutes les victimes, quelle que soit la durée de l'incapacité de travail résultant de l'accident, déclaration à la mairie dans les quarante-huit heures ; 2^o pour celles de ces victimes qui n'ont pas repris leur travail dans les quatre jours de l'accident, production à la mairie d'un certificat médical destiné à compléter les indications contenues dans la déclaration initiale. C'est donc au plus tard le quatrième jour à compter de l'accident qu'il y a lieu de se préoccuper de l'établissement du certificat médical pour que ce certificat puisse être déposé ledit jour à la mairie. Rien ne s'oppose d'ailleurs à ce que le certificat médical soit dès l'abord joint à la déclaration ; mais, dans ce cas, la déclaration n'en doit pas moins être produite dans les quarante-huit heures de l'accident.

Il est à remarquer, au surplus, que la défalcation des dimanches et

jours fériés, applicable au délai de quarante-huit heures pour la remise de la déclaration, n'est point applicable au délai de quatre jours pour la production du certificat médical (Circulaire du Ministre du Commerce du 23 mars 1902).

§ 5. — Règlement des conflits entre les patrons et les ouvriers.

De tout temps, le législateur s'est préoccupé d'instituer des juridictions et de poser des règles permettant de régler amiablement et le plus rapidement possible les conflits entre patrons et ouvriers.

L'étude de ces moyens nous conduira à examiner :

- 1° L'organisation des Conseils de prud'hommes ;
- 2° Le contrat de louage de services ;
- 3° Le contrat d'apprentissage ;
- 4° Le mécanisme de la loi sur la conciliation et l'arbitrage facultatifs.

A. — CONSEILS DE PRUD'HOMMES

Les Conseils de prud'hommes sont des tribunaux spéciaux établis dans plusieurs centres industriels pour juger les différends qui surviennent entre patrons et ouvriers, en matière de louage de services. Comme juges de police, les Conseils de prud'hommes répriment les délits tendant à troubler l'ordre et la discipline dans les ateliers et les manquements graves des apprentis envers leurs maîtres. Là où il n'y a pas de Conseils de prud'hommes, les attributions de ces Conseils sont reportées aux juges de paix.

Les Conseils de prud'hommes sont composés d'un nombre égal de patrons et d'ouvriers. Le nombre minimum de membres est de six, non compris le président et le vice-président.

Le décret qui autorise la création d'un Conseil de prud'hommes détermine :

- 1° La circonscription de compétence du Conseil ;
- 2° Le nombre de ses membres et les industries qui y seront représentées ;
- 3° La juridiction compétente (Tribunal de Commerce ou Tribunal civil) devant laquelle les justiciables pourront appeler des décisions du Conseil de prud'hommes.

Les patrons, réunis en assemblée particulière, nomment directement les prud'hommes patrons ; les contremaîtres, chefs d'ateliers et ouvriers nomment de leur côté les prud'hommes ouvriers. La liste des électeurs de chaque groupe est formée, dans chacune des communes de la circonscription du Conseil, par le maire assisté de deux asses-

seurs qu'il choisit l'un parmi les électeurs patrons, l'autre parmi les électeurs ouvriers; ces listes sont arrêtées par le préfet. Pour être électeur patron, il faut : 1° être âgé de vingt-cinq ans au moins; 2° être industriel depuis cinq ans au moins et exercer depuis trois ans dans la circonscription du Conseil. Pour être électeur ouvrier, il faut : 1° être âgé de vingt-cinq ans; 2° travailler dans l'industrie depuis cinq ans au moins et être ouvrier depuis trois ans dans la circonscription du Conseil. Pour être éligibles, les patrons comme les ouvriers doivent : 1° être âgés de trente ans; 2° être électeurs; 3° savoir lire et écrire.

Le Conseil nomme son président et son vice-président, qui doivent être, l'un patron, l'autre ouvrier.

Dans le cas où l'élection ne donne pas de résultats par suite de :

- 1° L'abstention collective soit des patrons, soit des ouvriers;
- 2° Où les suffrages se portent sur les noms de candidats notoirement inéligibles;
- 3° Où les candidats élus par les patrons ou les ouvriers refusent d'accomplir le mandat;

4° Où les membres élus refusent de siéger;

Il doit être procédé à de nouvelles élections dans la quinzaine.

Si les mêmes obstacles se produisent, les prud'hommes élus, s'ils sont au moins par moitié, constituent le Conseil. Dans ce cas, le président et le vice-président sont l'un et l'autre deux patrons ou deux ouvriers.

Dans tout Conseil de prud'hommes, il y a deux bureaux, le bureau particulier ou de conciliation et le bureau général. Le premier bureau, composé d'un patron et d'un ouvrier, a pour but de chercher à concilier les parties; s'il ne peut y réussir, les parties vont devant le bureau général, composé de deux patrons et de deux ouvriers, non compris le président ou le vice-président; il n'y a pas de ministère public, et c'est le secrétaire du Conseil qui remplit les fonctions de greffier.

Les Conseils de prud'hommes sont compétents en dernier ressort jusqu'à 200 francs. Au delà de 200 francs, ils ne sont compétents qu'à charge d'appel. Pour cette limite de 200 francs, il ne faut pas s'attacher au montant de la condamnation, mais à celui de la demande. S'il n'y a pas de Conseil de prud'hommes, c'est le juge de paix qui est compétent, mais seulement jusqu'à concurrence de 100 francs; au-dessus, le juge de paix n'est compétent qu'à charge d'appel au tribunal.

La législation que les Conseils de prud'hommes ont à interpréter dans leurs jugements comprend :

- 1° La loi du 27 décembre 1890, sur le contrat de louage de services;
- 2° La loi du 4 mars 1851, sur le contrat d'apprentissage.

B. — CONTRAT DE LOUAGE DE SERVICES

Le contrat de louage de services, conclu sans limitation de durée, impliquait, sous l'empire de l'article 1780 du Code civil, pour chaque partie, le droit absolu à la résiliation. Des dommages-intérêts ne pouvaient être réclamés à moins d'une stipulation formelle ou implicite. Tout au plus les délais d'usage devaient-ils être observés, sauf convention contraire autorisant la rupture immédiate sans préavis. La loi du 27 décembre 1890 a modifié cet état de choses.

Comme précédemment, « le louage de services, fait sans détermination de durée, peut toujours cesser par la volonté d'une des parties contractantes. Néanmoins, la résiliation du contrat par la volonté d'un seul des contractants peut donner lieu à des dommages-intérêts. » Le juge est désormais investi d'un pouvoir d'appréciation. Si la rupture du contrat est intempestive, sans motifs légitimes, et occasionne un préjudice au patron ou à l'ouvrier, il accordera des dommages-intérêts. Pour que le patron échappe à une action en indemnité, il faut que le congédiement soit justifié par la conduite de l'ouvrier, la cessation du commerce, la nécessité de réduire le personnel ou pour tout autre motif dont le juge appréciera le bien fondé.

Toute renonciation à l'avance au droit éventuel de demander des dommages-intérêts est frappée de nullité. Par identité de raison, l'indemnité à payer ne peut être fixée à l'avance, en ce sens que, sur ce point spécial, la convention n'est pas obligatoire pour le juge, qui demeure autorisé à évaluer le dommage d'après les circonstances au moment où survient la rupture.

Le dernier alinéa du nouvel article 1780 du Code civil dispose que les contestations auxquelles donnera lieu la résiliation du contrat de louage de services seront instruites comme affaires sommaires et jugées d'urgence lorsqu'elles seront portées devant les tribunaux civils et devant les cours d'appel. La solution du litige est donc rapide et à peu de frais.

C. — CONTRAT D'APPRENTISSAGE

Le contrat d'apprentissage est réglé par la loi du 22 février 1851, dont certaines dispositions ont été, en ce qui concerne les apprentis de l'industrie, modifiées par les lois des 2 novembre 1892 et 30 mars 1900.

Voici la teneur de la loi de 1851 :

TITRE I^{er}. — Du contrat d'apprentissage. — SECTION I^{re}. — De la nature et de la forme du contrat. — ARTICLE PREMIER. — Le contrat d'apprentissage est celui par lequel un fabricant, un chef d'atelier ou un ouvrier s'oblige à enseigner la pratique de sa profession à une autre

personne, qui s'oblige, en retour, à travailler pour lui : le tout à des conditions et pendant un temps convenus.

ART. 2. — Le contrat d'apprentissage est fait par acte public ou par acte sous seing privé.

Il peut aussi être fait verbalement ; mais la preuve testimoniale n'en est reçue que conformément au titre du Code civil *des Contrats ou des Obligations conventionnelles en général*.

Les notaires, les secrétaires des Conseils de prud'hommes et les greffiers de justice de paix peuvent recevoir l'acte d'apprentissage.

Cet acte est soumis pour l'enregistrement au droit fixe de 1 franc ¹, lors même qu'il contiendra des obligations de sommes ou valeurs mobilières ou des quittances.

Les honoraires dus aux officiers publics sont fixés à 2 francs.

ART. 3. — L'acte d'apprentissage contiendra : 1^o les nom, prénoms, âge, profession et domicile du maître ; 2^o les nom, prénoms, âge et domicile de l'apprenti ; 3^o les noms, prénoms, professions et domicile de ses père et mère, de son tuteur ou de la personne autorisée par les parents et, à leur défaut, par le juge de paix ; 4^o la date et la durée du contrat ; les conditions de logement, de nourriture, de prix et toutes autres arrêtées entre les parties.

Il devra être signé par le maître et par les représentants de l'apprenti.

SECTION II. — *Des conditions du contrat.* — ART. 4. — Nul ne peut recevoir des apprentis mineurs, s'il n'est âgé de vingt et un ans au moins.

ART. 5. — Aucun maître, s'il est célibataire ou en état de veuvage, ne peut loger, comme apprentis, des jeunes filles mineures.

ART. 6. — Sont incapables de recevoir des apprentis :

Les individus qui ont subi une condamnation pour crime ;

Ceux qui ont été condamnés pour attentat aux mœurs ;

Ceux qui ont été condamnés à plus de trois mois d'emprisonnement pour les délits prévus par les articles 388, 401, 405, 406, 407, 408, 423 du Code pénal.

ART. 7. — L'incapacité résultant de l'article 6 pourra être levée par le préfet, sur l'avis du maire, quand le condamné, après l'expiration de sa peine, aura résidé pendant trois ans dans la même commune.

A Paris, les incapacités sont levées par le préfet de police.

SECTION III. — *Devoirs des maîtres et des apprentis.* — ART. 8. — Le maître doit se conduire envers l'apprenti en bon père de famille, surveiller sa conduite et ses mœurs, soit dans la maison, soit au dehors, et avertir ses parents ou leurs représentants des fautes graves qu'il pourrait commettre ou des penchans vicieux qu'il pourrait manifester.

Il doit aussi les prévenir, sans retard, en cas de maladie, d'absence ou de tout fait de nature à motiver leur intervention.

¹ L'article 4 de la loi du 24 février 1872 a porté ce droit à 1 fr. 50.

Il n'emploiera l'apprenti, sauf conventions contraires, qu'aux travaux et service qui se rattachent à l'exercice de sa profession. Il ne l'emploiera jamais à ceux qui seraient insalubres ou au-dessus de ses forces¹.

Art. 9². — La durée du travail effectif des apprentis âgés de moins de quatorze ans ne pourra dépasser dix heures par jour.

Pour les apprentis âgés de quatorze à seize ans, elle ne pourra dépasser douze heures.

Aucun travail de nuit ne peut être imposé aux apprentis âgés de moins de seize ans.

Est considéré comme travail de nuit tout travail fait entre neuf heures du soir et cinq heures du matin. Les dimanches et jours de fêtes reconnues ou légales, les apprentis, dans aucun cas, ne peuvent être tenus, vis-à-vis de leur maître, à aucun travail de leur profession.

Dans le cas où l'apprenti sera obligé, par suite de conventions ou conformément à l'usage, de ranger l'atelier aux jours ci-dessus marqués, ce travail ne pourra se prolonger au delà de dix heures du matin.

Il ne pourra être dérogé aux dispositions contenues dans les trois premiers paragraphes du présent article que sur un arrêté rendu par le préfet, sur l'avis du maire.

Art. 10. — Si l'apprenti âgé de moins de seize ans ne sait pas lire, écrire et compter, ou s'il n'a pas encore terminé sa première éducation religieuse, le maître est tenu de lui laisser prendre le temps et la liberté nécessaires pour son instruction.

Néanmoins, ce temps ne pourra pas excéder deux heures par jour.

Art. 11. — L'apprenti doit à son maître fidélité, obéissance et respect; il doit l'aider, par son travail, dans la mesure de son aptitude et de ses forces.

Il est tenu de remplacer, à la fin de l'apprentissage, le temps qu'il n'a pu employer par suite de maladie ou d'absence ayant duré plus de quinze jours.

Art. 12. — Le maître doit enseigner à l'apprenti, progressivement et complètement, l'art, le métier ou la profession spéciale qui fait l'objet du contrat.

Il lui délivrera, à la fin de l'apprentissage, un congé d'acquit, ou certificat constatant l'exécution du contrat.

¹ Les travaux industriels insalubres ou excédant les forces des jeunes travailleurs ont été déterminés par le décret du 13 mai 1893 et l'arrêté ministériel du 31 juillet 1894, rendus en vertu des articles 12 et 13 de la loi du 2 novembre 1892.

² En ce qui concerne les enfants employés dans l'industrie, les prescriptions de cet article sont remplacées par celles contenues dans les articles 3, 4 et 5 de la loi du 2 novembre 1892.

Art. 13. — Tout fabricant, chef d'atelier ou ouvrier convaincu d'avoir détourné un apprenti de chez son maître pour l'employer en qualité d'apprenti ou d'ouvrier pourra être passible de tout ou partie de l'indemnité à prononcer au profit du maître abandonné.

SECTION IV. — *De la résolution du contrat.* — Art. 14. — Les deux premiers mois de l'apprentissage sont considérés comme un temps d'essai, pendant lequel le contrat peut être annulé par la seule volonté de l'une des parties. Dans ce cas, aucune indemnité ne sera allouée à l'une ou à l'autre partie, à moins de conventions expresses.

Art. 15. — Le contrat d'apprentissage sera résolu de plein droit : 1° par la mort du maître ou de l'apprenti ; 2° si l'apprenti ou le maître est appelé au service militaire ; 3° si le maître ou l'apprenti vient à être frappé d'une des condamnations prévues à l'article 6 de la présente loi ; 4° pour les filles mineures, dans le cas de décès de l'épouse du maître, ou de toute autre femme de la famille qui dirigeait la maison à l'époque du contrat.

Art. 16. — Le contrat peut être résolu sur la demande des parties ou de l'une d'elles : 1° dans le cas où l'une des parties manquerait aux stipulations du contrat ; 2° pour cause d'infraction grave ou habituelle aux prescriptions de la présente loi ; 3° dans le cas d'inconduite habituelle de la part de l'apprenti ; 4° si le maître transporte sa résidence dans une autre commune que celle qu'il habitait lors de la convention. Néanmoins, la demande en résolution de contrat fondée sur ce motif ne sera recevable que pendant trois mois à compter du jour où le maître aura changé de résidence ; 5° si le maître ou l'apprenti encourait une condamnation emportant un emprisonnement de plus d'un mois ; 6° dans le cas où l'apprenti viendrait à contracter mariage.

Art. 17. — Si le temps convenu pour la durée de l'apprentissage dépasse le maximum de la durée consacrée par les usages locaux, ce temps peut être réduit ou le contrat résolu.

TITRE II. — **De la compétence.** — Art. 18. — Toute demande à fin d'exécution ou de résolution de contrat sera jugée par le Conseil des prud'hommes dont le maître est justiciable, et, à défaut, par le juge de paix du canton.

Les réclamations qui pourraient être dirigées contre les tiers, en vertu de l'article 13 de la présente loi, seront portées devant le Conseil des prud'hommes ou devant le juge de paix du lieu de leur domicile.

Art. 19. — Dans les divers cas de résolution prévus en la section IV du titre I^{er}, les indemnités ou les restitutions qui pourraient être dues à l'une ou à l'autre des parties seront, à défaut de stipulations expresses, réglées par le Conseil des prud'hommes ou par le juge de paix dans les cantons qui ne ressortissent point à la juridiction d'un Conseil de prud'hommes.

Art. 20. — Toute contravention aux articles 4, 5, 6, 9 et 10 de la

présente loi sera poursuivie devant le tribunal de police et punie d'une amende de 5 à 15 francs.

Pour les contraventions aux articles 4, 5, 9 et 10, le tribunal de police pourra, dans le cas de récidive, prononcer, outre l'amende, un emprisonnement d'un à cinq jours¹.

En cas de récidive, la contravention à l'article 6 sera poursuivie devant les tribunaux correctionnels et punie d'un emprisonnement de quinze jours à trois mois, sans préjudice d'une amende qui pourra s'élever de 50 à 300 francs.

Art. 21. — Les dispositions de l'article 463 du Code pénal sont applicables aux faits prévus par la présente loi.

Art. 22. — Sont abrogés les articles 9, 10 et 11 de la loi du 22 germinal an XI.

D. — MÉCANISME DE LA LOI SUR LA CONCILIATION ET L'ARBITRAGE FACULTATIFS

Prévenir ou, tout au moins, atténuer les conflits, écarter ou abrèger les grèves, tel est le but que le législateur s'est proposé d'atteindre en décrétant la loi du 27 décembre 1892 sur la conciliation et l'arbitrage facultatifs en matière de différends collectifs entre patrons et ouvriers ou employés. Voici le mécanisme de cette loi. Un différend d'ordre collectif portant sur les conditions du travail surgit entre patrons, d'une part, ouvriers ou employés, d'autre part; n'y a-t-il d'autre solution que la fermeture ou la désertion en masse des ateliers? Non. Les délégués des parties peuvent se réunir en comité de conciliation en présence du juge de paix. L'accord est constaté par un procès-verbal. Si le dissentiment subsiste, les délégués sont invités à désigner des arbitres. La grève a-t-elle éclaté? Le juge de paix doit intervenir d'office. Il invite les parties à lui faire connaître l'objet du différend avec l'exposé succinct des motifs allégués, leur acceptation ou leur refus de recourir à la conciliation et à l'arbitrage. Au cas de réponse affirmative, la procédure suit son cours. Ce droit d'initiative attribué au juge de paix s'explique aisément. Après la grève, patrons et ouvriers, soit par amour-propre, soit par tactique, soit par un sentiment exagéré de leurs droits, hésiteront à proposer une demande d'arbitrage. Le juge de paix prend les devants, indique lui-même le moyen de mettre un terme à la crise. Etranger aux agitations de la politique, désintéressé dans les querelles industrielles, conciliateur par la nature même de ses fonctions, ce magistrat jouit auprès de

¹ En ce qui concerne les enfants employés dans l'industrie, les contraventions à la durée du travail sont punies par les articles 26 à 29 de la loi du 2 novembre 1892.

toutes les parties d'une autorité incontestable et ne peut que leur inspirer confiance et respect. Il n'y a pas de conseil permanent de conciliation ou d'arbitrage; la désignation des délégués, des arbitres a lieu à l'occasion de chaque conflit; le choix est entièrement libre; la tentative de conciliation, le recours à l'arbitrage sont essentiellement facultatifs; les dispositions de la loi n'ont aucune sanction; la liberté de coalition reste entière. La procédure est gratuite, simple, d'une application presque instantanée dans tous les cas, dans tous les lieux, tellement respectueuse de toutes les susceptibilités et de tous les intérêts qu'on a peine à comprendre qu'elle ne soit pas suivie à l'occasion de chaque conflit, et qu'elle n'apparaisse pas comme le moyen à la fois le plus facile et le plus efficace de rétablir l'accord promptement, sans lutte et sans dommage.

§ 6. — Loi du 12 janvier 1875 sur la saisie-arrêt des salaires des ouvriers ou employés.

TITRE I^{er}. — Saisie-arrêt. — ARTICLE PREMIER. — Les salaires des ouvrier et gens de service ne sont saisissables que jusqu'à concurrence du dixième, quel que soit le montant de ces salaires.

Les appointements ou traitements des employés ou commis et des fonctionnaires ne sont également saisissables que jusqu'à concurrence du dixième lorsqu'ils ne dépassent pas 2.000 francs par an.

Art. 2. — Les salaires, appointements et traitements visés par l'article 1^{er} ne pourront être cédés que jusqu'à concurrence d'un autre dixième.

Art. 3. — Les cessions et saisies faites pour le paiement des dettes alimentaires prévues par les articles 203, 205, 206, 207, 214 et 349 du Code civil ne sont pas soumises aux restrictions qui précèdent.

Art. 4. — Aucune compensation ne s'opère au profit des patrons entre le montant des salaires dus par eux à leurs ouvriers et les sommes qui leur seraient dues à eux-mêmes pour fournitures diverses, quelle qu'en soit la nature, à l'exception, toutefois :

- 1^o Des outils ou instruments nécessaires au travail ;
- 2^o Des matières et matériaux dont l'ouvrier a la charge et l'usage ;
- 3^o Des sommes avancées pour l'acquisition de ces mêmes objets.

Art. 5. — Tout patron qui fait une avance en espèces en dehors du cas prévu par le paragraphe 3 de l'article 4 qui précède ne peut se rembourser qu'au moyen de retenues successives ne dépassant pas le dixième du montant des salaires ou appointements exigibles.

La retenue opérée de ce chef ne se confond ni avec la partie saisissante ni avec la partie cessible portée en l'article 2.

Les acomptes sur un travail en cours ne sont pas considérés comme avances.

TITRE II. — Procédure de saisie-arrêt sur les salaires et petits traitements. — ART. 6. — La saisie-arrêt sur les salaires et les appointements ou traitements ne dépassant pas annuellement 2.000 francs, dont il s'agit à l'article 1^{er} de la présente loi, ne pourra être pratiquée, s'il y a titre, que sur le visa du greffier de la justice de paix du domicile du débiteur saisi.

S'il n'y a point de titre, la saisie-arrêt ne pourra être pratiquée qu'en vertu de l'autorisation du juge de paix du domicile du débiteur saisi. Toutefois, avant d'accorder l'autorisation, le juge de paix pourra, si les parties n'ont déjà été appelées en conciliation, convoquer devant lui, par simple avertissement, le créancier et le débiteur; s'il intervient un arrangement, il en sera tenu note par le greffier sur un registre spécial exigé par l'article 14.

L'exploit de saisie-arrêt contiendra en tête l'extrait du titre s'il y en a un, ainsi que la copie du visa, et, à défaut de titre, copie de l'autorisation du juge. — L'exploit sera signifié au tiers saisi ou à son représentant préposé au paiement des salaires ou traitements, dans le lieu où travaille le débiteur saisi.

ART. 7. — L'autorisation accordée par le juge évaluera ou énoncera la somme pour laquelle la saisie-arrêt sera formée.

Le débiteur pourra toucher du tiers saisi la portion non saisissable de ses salaires, gages ou appointements.

Une seule saisie-arrêt doit être autorisée par le juge. S'il survient d'autres créanciers, leur réclamation, signée et déclarée sincère par eux, et contenant toutes les pièces de nature à mettre le juge à même de faire l'évaluation de la créance, sera inscrite par le greffier sur le registre exigé par l'article 14. Le greffier se bornera à en donner avis dans les quarante-huit heures au débiteur saisi et au tiers saisi, par lettre recommandée qui vaudra opposition.

ART. 8. — L'huissier saisissant sera tenu de faire parvenir au juge de paix, dans le délai de huit jours à dater de la saisie, l'original de l'exploit, sous peine d'une amende de 10 francs qui sera prononcée par le juge de paix en audience publique.

ART. 9. — Tout créancier saisissant, le débiteur et le tiers saisi pourront requérir la convocation des intéressés devant le juge de paix du débiteur saisi, par une déclaration consignée sur le registre spécial prévu par l'article 14.

Dans les quarante-huit heures de cette réquisition, le greffier adressera : 1^o au saisi; 2^o au tiers saisi; 3^o à tous autres créanciers opposants, un avertissement recommandé à comparaître devant le juge de paix à l'audience que celui-ci aura fixée.

À cette audience ou à toute autre fixée par lui, le juge de paix, prononçant sans appel dans la limite de sa compétence et à charge d'appel à quelque valeur que la demande puisse s'élever, statuera sur la validité, la nullité ou la mainlevée de la saisie, ainsi que sur la

déclaration affirmative que le tiers saisi sera tenu de faire audience tenante.

Le tiers saisi qui ne comparaitra pas, ou qui ne fera pas sa déclaration, ainsi qu'il est dit ci-dessus, sera déclaré débiteur pur et simple des retenues non opérées et condamné aux frais par lui occasionnés.

Art. 10. — Si le jugement est rendu par défaut, avis de ses dispositions sera transmis par le greffier à la partie défaillante par lettre recommandée, dans les cinq jours du prononcé.

L'opposition, qui ne sera recevable que dans les huit jours de la date de la lettre, consistera dans une déclaration à faire au greffe de la justice de paix, sur le registre prescrit par l'article 14.

Toutes parties intéressées seront prévenues, par lettre recommandée du greffier, pour la plus prochaine audience utile. Le jugement qui interviendra sera jugé contradictoire. L'appel relevé contre le jugement contradictoire sera formé dans les dix jours du prononcé du jugement, et, dans le cas où il aurait été rendu par défaut, du jour de l'expiration des délais d'opposition, sans que, dans le cas du jugement contradictoire, il soit besoin de le signifier.

Art. 11. — Après l'expiration des délais de recours, le juge de paix pourra surseoir à la convocation des parties intéressées tant que la somme à distribuer n'atteindra pas, d'après la déclaration du tiers saisi, et déduction faite des frais à prélever et des créances privilégiées, un chiffre suffisant pour distribuer aux créanciers connus un dividende de 20 0/0 au moins. S'il y a somme suffisante et si les parties ne se sont pas amiablement entendues pour la répartition, le juge procédera à la répartition entre les ayants droit. Il établira son état de répartition sur le registre prescrit par l'article 14. Une copie de cet état, signée du juge et du greffier, indiquant le montant des frais à prélever, le montant des créances privilégiées, s'il en existe, et le montant des sommes attribuées dans la répartition à chaque ayant droit, sera transmise par le greffier, par lettre recommandée, au débiteur saisi ou au tiers saisi et à chaque créancier colloqué.

Ces derniers auront une action directe contre le tiers saisi en paiement de leur collocation. Les ayants droit aux frais et aux collocations utiles donneront quittance en marge de l'état de répartition remis au tiers saisi, qui se trouvera libéré d'autant.

Art. 12. — Les effets de la saisie-arrêt et les oppositions consignées par le greffier sur le registre spécial subsisteront jusqu'à complète libération du débiteur.

Art. 13. — Les frais de saisie-arrêt et de distribution seront à la charge du débiteur saisi. Ils seront prélevés sur la somme à distribuer.

Tous frais de contestation jugée mal fondée seront mis à la charge de la partie qui aura succombé.

Art. 14. — Pour l'exécution de la présente loi, il sera tenu, au greffe de chaque justice de paix, un registre sur papier non timbré,

qui sera coté et paraphé par le juge de paix et sur lequel seront inscrits :

- 1° Les visas ou ordonnances autorisant la saisie-arrêt;
- 2° Le dépôt de l'exploit;
- 3° La réquisition de la convocation des parties;
- 4° Les arrangements intervenus;
- 5° Les interventions des autres créanciers;
- 6° La déclaration faite par le tiers saisi;
- 7° La mention des avertissements ou lettres recommandées transmis aux parties;
- 8° Les décisions du juge de paix;
- 9° La répartition établie entre les ayants droit.

Art. 15. — Tous les exploits, autorisations, jugements, décisions, procès-verbaux et états de répartition, qui pourront intervenir en exécution de la présente loi, seront rédigés sur papier non timbré et enregistrés gratis. Les avertissements et lettres recommandées et les copies d'état de répartition sont exempts de tout droit de timbre et d'enregistrement.

Art. 16. — Un décret déterminera les émoluments à allouer aux greffiers pour l'envoi des lettres recommandées et pour dresse de tous extraits et copies d'état de répartition.

Art. 17. — Les lois et décrets antérieurs sont abrogés en ce qu'ils ont de contraire à la présente loi.

Art. 18. — La présente loi est applicable à l'Algérie et aux colonies.

PARTIE COMMERCIALE

Liste, par spécialités, des principaux fournisseurs de l'industrie.
(Voir les annonces aux pages indiquées.)

	Pages.
Accessoires pour chaudières et machines à vapeur.	
ALEXIS-GODILLOT (G.), 2, rue Blanche, Paris.....	10
BEZ (CASIMIR) ET SES FILS, à Lérans (Ariège), et 19, avenue Parmentier, Paris.....	5
BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille.....	5
GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
INDIA (THE) RUBBER GUTTA PERCHA AND TELEGRAPH WORKS C ^o LD, Persan (S.-et-O.).....	7
LACHERY (L.), Livry (Seine-et-Oise).....	6
PASQUAY (E. et C.), Wasselheim (Alsace).....	7
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11
Affinage de métaux.	
GRAMMONT (A.), Pont-de-Chéruy (Isère).....	13
Aifuter (Machines à).	
SCHALCK (Ch.), Chemin du Stand, Nancy.....	8
Agrafes pour courroies.	
BLACHIER (FRANÇOIS) ET C ^{ie} , 14, boulevard Gambetta, Grenoble.....	10
GROSBODT, 11, rue Guy-Patin, Paris.....	4
JEUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6
WANNER ET C ^{ie} , 67, avenue de la République, Paris.....	2
Ameublement de bureaux.	
BORBEAUD (G.), 41, rue des Saints-Pères, Paris.....	10
Amiante.	
BLACHIER (FRANÇOIS) ET C ^{ie} , 14, boulevard Gambetta, Grenoble.....	10
CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille.....	5
GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
JEUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Antiseptiques.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PRODUITS SANITAIRES ET ANTISEPTIQUES, 35, rue des Francs-Bourgeois, Paris.....	1
--	---

Appareils de chauffage.

ALEXIS-GODILLOT (G.), 2, rue Blanche, Paris.....	10
GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
NABOULEIX (G.), à Bordeaux.....	8
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KÖERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Assainissement.

JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PRODUITS SANITAIRES ET ANTISEPTIQUES, 35, rue des Francs-Bourgeois, Paris.....	1

Barreaux de grilles pour foyers.

ALEXIS-GODILLOT (G.), 2, rue Blanche, Paris.....	10
BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5

Bâtiments industriels.

CATIER (ÉMILE), à Bousois, par Marpent (Nord).....	9
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉCONOMIQUES, 11, avenue de l'Opéra, Paris.....	9
TOURNESAC (J.), 48, faubourg de France, Belfort.....	4

Béliers hydrauliques.

GOULUT ET BORNE, à Luxeuil-les-Bains (Haute-Saône).....	8
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KÖERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Brevets d'invention.

LAVOIX ET MOSÈS, 7, rue de Châteaudun, Paris.....	(carton)
---	----------

Câbles et fils électriques.

GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
GRAMMONT (A.), Pont-de-Chéruy (Isère).....	13
INDIA (THE) RUBBER, Perseu (Seine-et-Oise).....	7

Câbles de transmission.

CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille.....	5
--	---

Calorifères.

GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
NABOULEIX (G.), à Bordeaux.....	8
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KÖERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Pages.

Calorifuges.

GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
GOULUT ET BORNE, à Luxeuil-les-Bains (Haute-Saône).....	8
PASQUAY (E. ET C.), Wasselnheim (Alsace).....	7

Caoutchouc manufacturé.

GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
GOULUT ET BORNE, à Luxeuil-les-Bains (Haute-Saône).....	8
GRAMMONT (A.), Pont-de-Chéruy (Isère).....	13
INDIA (THE) RUBBER, Persan (Seine-et-Oise).....	7
JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6

Charpente en fer.

SCHALCK (Ch.), Chemin du Stand, Nancy.....	8
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉCONOMIQUES, 11, avenue de l'Opéra, Paris.....	9

Chaudières.

BADÈRE (A.), 24, allée Franklin, Villemomble (Seine).....	5
FORTIN (J.), à Raismes (Nord).....	6
GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6
LACHERY (L.), Livry (Seine-et-Oise).....	6
SCHALCK (Ch.), Chemin du Stand, Nancy.....	8
SOCIÉTÉ ANONYME « L'ÉPURATION DES EAUX », 35, rue Alphonse-de-Neuville, Paris.....	3
WOLF (R.), Magdebourg-Buckau (Allemagne), représentant: A. Bonehill, 117, boulevard Magenta, Paris.....	14

Chauffage industriel.

GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
NABOULEIX (G.), à Bordeaux.....	8
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Cheminées d'usines.

TOURNESAC (J.), 48, faubourg de France, Belfort.....	4
--	---

Ciment armé (Constructions en).

SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉCONOMIQUES, 11, avenue de l'Opéra, Paris.....	9
TOURNESAC (J.), 48, faubourg de France, Belfort.....	4

Condenseurs.

NABOULEIX (G.), à Bordeaux.....	8
---------------------------------	---

	Pages.
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11
Constructions métalliques.	
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉCONOMIQUES, 11, avenue de l'Opéra, Paris.....	9
TOURNESAC (J.), 48, faubourg de France, Belfort.....	4
Constructions d'usines.	
CATIER (EMILE), à Boussois, par Marpent (Nord).....	9
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉCONOMIQUES, 11, avenue de l'Opéra, Paris.....	9
TOURNESAC (J.), 48, faubourg de France, Belfort.....	4
Contrôleurs de rondes.	
CONSTANT (G.), FILS, 179, rue Nationale, Lille.....	5
Courroies.	
BLACHIER (FRANÇOIS) ET C ^{ie} , 14, boulevard Gambetta, Grenoble.....	10
COMPAGNIE DES CHAINES SIMPLEX, 43, rue Lafayette, Paris.....	4
CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille.....	5
GROSBODT, 11, rue Guy-Patin, Paris.....	4
INDIA (THE) RUBBER, Persan (Seine-et-Oise).....	7
JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6
WANNER ET C ^{ie} , 67, avenue de la République, Paris.....	2
Désincrustants.	
BEZ (CASIMIR) ET SES FILS, à Lérans (Ariège), et 19, avenue Parmentier, Paris.....	5
BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
CHABOUD (M.), 42, quai Perrière, Grenoble (Isère).....	8
JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6
LACHERY (L.), Livry (Seine-et-Oise).....	6
SOCIÉTÉ HENRI RASTIT, 83, rue de Paradis, Marseille.....	8
SUSTANDAL (HENRI), 95, rue Clignancourt, Paris.....	8
Désinfectants.	
JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PRODUITS SANITAIRES ET ANTISEPTIQUES, 35, rue des Francs-Bourgeois, Paris.....	1
Détendeurs de vapeur.	
BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Dynamos.

GRAMMONT (A.), Pont-de-Chérny (Isère).....	13
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Éclairage électrique.

GRAMMONT (A.), Pont-de-Chérny (Isère).....	13
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Éclairage des usines et ateliers.

SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
--	----

Économiseurs de combustibles.

ALEXIS-GODILLOT (G.), 2, rue Blanche, Paris.....	10
GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12

Éjecteurs.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Élévateurs.

COMPAGNIE DES CHAINES SIMPLEX, 43, rue Lafayette, Paris.....	4
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Élévation et distribution des eaux.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
CATIER (EMILE), à Boussois, par Marpent (Nord).....	9
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Embrayage et débrayage.

COMPAGNIE DES CHAINES SIMPLEX, 43, rue Lafayette, Paris.....	4
--	---

Enduits pour courroies.

WANNER ET C ^{ie} , 67, avenue de la République, Paris.....	2
---	---

Engrenages.

COMPAGNIE DES CHAINES SIMPLEX, 43, rue Lafayette, Paris.....	4
--	---

Épuration des eaux.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
LACHERY (L.), Livry (Seine-et-Oise).....	6
SOCIÉTÉ ANONYME « L'ÉPURATION DES EAUX », 35 rue Alphonse-de-Neuville, Paris.....	3

	Pages.
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11
Extincteurs d'incendies.	
CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille.....	5
Filtres.	
BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
NABOULEIX (G.), à Bordeaux.....	8
SOCIÉTÉ ANONYME « L'ÉPURATION DES EAUX », 35, rue Alphonse-de-Neuville, Paris.....	3
Fournitures générales pour usines.	
BLACHIER (FRANÇOIS) ET C ^{ie} , 14, boulevard Gambetta, Grenoble.....	10
BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
CATIER (EMILE), à Boussois, par Marpent (Nord).....	9
CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille.....	5
GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
INDIA (THE) RUBBER, Persan (Seine-et-Oise).....	7
JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6
PASQUAY (E. ET C.), Wasselnheim (Alsace).....	7
SCHALCK (CH.), Chemin du Stand, Nancy.....	8
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11
SOCIÉTÉ HENRI RASTIT, 83, rue de Paradis, Marseille.....	8
Foyers de chaudières.	
BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
ALEXIS-GODILLOT (G.), 2, rue Blanche, Paris.....	10
Froid industriel.	
NABOULEIX (G.), à Bordeaux.....	8
Garnitures pour presse-étoupes.	
BLACHIER (FRANÇOIS) ET C ^{ie} , 14, boulevard Gambetta, Grenoble.....	10
BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille.....	5
GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6
Gazogènes.	
CATIER (EMILE), à Boussois, par Marpent (Nord).....	9
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11
Graisseurs.	
BLACHIER (FRANÇOIS) ET C ^{ie} , 14, boulevard Gambetta, Grenoble.....	10
BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5

	Pages.
FORTIN (J.), Raismes (Nord).....	6
JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6
NABOULEIX (G.), à Bordeaux.....	8
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11
WANNER ET C ^{ie} , 67, avenue de la République, Paris.....	2

Grilles pour foyers.

ALEXIS-GODILLOT (G.), 2, rue Blanche, Paris.....	10
BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5

Hangars.

SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉCONOMIQUES, 11, avenue de l'Opéra, Paris.....	9
TOERNESAC (J.), 48, faubourg de France, Belfort.....	4

Huiles et graisses industrielles.

BLACHIER (FRANÇOIS), ET C ^{ie} , 14, boulevard Gambetta, Grenoble.....	10
CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille.....	5
GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6
SOCIÉTÉ HENRI RASTIT, 83, rue de Paradis, Marseille.....	8
WANNER ET C ^{ie} , 67, avenue de la République, Paris.....	2

Humidification.

SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Hygiène industrielle.

SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PRODUITS SANITAIRES ET ANTISEPTIQUES, 35, rue des Francs-Bourgeois, Paris.....	1

Incendie (matériel contre l').

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11
---	----

Incombustibilité.

GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
---	---

Indicateurs de tirage.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
---	---

Injecteurs pour chaudières.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Installations d'usines et ateliers.

CATIER (EMILE), à Boussois, par Marpent (Nord).....	9
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉCONOMIQUES, 11, avenue de l'Opéra, Paris.....	9
TOURNESAC (J.), 48, faubourg de France, Belfort.....	4

Isolants.

CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille.....	5
GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
INDIA (THE) RUBBER, Persan (Seine-et-Oise).....	7
PASQUAY (E. ET C.), Wasselnheim (Alsace).....	7

Joints de sûreté.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
---	---

Laminage de cuivre.

GRAMMONT (A.), Pont-de-Chéruy (Isère).....	13
--	----

Liège appliqué à l'industrie.

BLACHIER (FRANÇOIS) ET C ^{ie} , 14, boulevard Gambetta, Grenoble.....	10
CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille.....	5

Locomobiles.

WOLF (R.), Magdebourg-Buckau (Allemagne), représentant : A. Bonehill, 117, boulevard Magenta.....	14
--	----

Machines à bois.

SCHALCK (Ch.), Chemin du Stand, Nancy.....	8
--	---

Machines-outils.

GOULUT ET BORNE, à Luxeuil-les-Bains (Haute-Saône).....	8
KIRSCHNER ET C ^{ie} , machine pour le travail du bois, 77, rue Manin, Paris.....	6
SCHALCK (Ch.), Chemin du Stand, Nancy.....	8

Machines à vapeur.

GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
WOLF (R.), Magdebourg-Buckau (Allemagne), Représentant : A. Bonehill, 117, boulevard Magenta, Paris.....	14

Manomètres.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
---	---

Mastic pour joints.

CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille.....	5
JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).....	6

Mécaniciens.

GOULUT ET BORNE, à Luxeuil-les-Bains (Haute-Saône).....	8
---	---

Pages.

WOLF (R.), Magdebourg-Buckau (Allemagne); représentant: A. Bonehill,
117, boulevard Magenta, Paris..... 14

Monte-charges.

COMPAGNIE DES CHAINES SIMPLEX, 43, rue Lafayette, Paris..... 4

Monte-Courroies.

GROSBODT, 11, rue Guy-Patin, Paris..... 4

Moteurs.

CATIER (EMILE), à Boussois, par Marpent (Nord)..... 9

COMPAGNIE DUPLEX, 130, rue Lafayette, Paris..... 12

GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C^{ie}, Condé-sur-Noireau (Calvados)..... 6

GOULUT ET BORNE, à Luxeuil-les-Bains (Haute-Saône)..... 8

GRAMMONT (A.), *moteurs électriques*, Pont-de-Chéruy (Isère)..... 13

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la
Chapelle, Paris..... 11

Niveaux d'eau.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon..... 5

JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire)..... 6

Organes de transmission.

COMPAGNIE DES CHAINES SIMPLEX, 43, rue Lafayette, Paris..... 4

GOULUT ET BORNE, à Luxeuil-les-Bains (Haute-Saône)..... 8

Paliers graisseurs.

COMPAGNIE DES CHAINES SIMPLEX, 43, rue Lafayette, Paris..... 4

GOULUT ET BORNE, à Luxeuil-les-Bains (Haute-Saône)..... 8

Peintures préparées.

JUILLET (LÉON), à Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire)..... 6

Pompes.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon..... 5

CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille..... 5

NABOULEIX (G.), à Bordeaux..... 8

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la
Chapelle, Paris..... 11

WOLF (R.), Magdebourg-Buckau (Allemagne), représentant: A. Bonehill,
117, boulevard Magenta, Paris..... 14

Pompes à incendie.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la
Chapelle, Paris..... 11

Pouliés en bois.

BLACHIER (FRANÇOIS), ET C^{ie}, 14, boulevard Gambetta, Grenoble..... 10

COMPAGNIE DES CHAINES SIMPLEX, 43, rue Lafayette, Paris.....	4
GROSBODT, 11, rue Guy-Patin, Paris.....	4

Pulsomètres.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Purgeurs automatiques.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Réchauffeurs d'eau d'alimentation.

BADÈRE (A.), 24, allée Franklin, Villemomble (Seine).....	5
BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
NABOULEIX (G.), à Bordeaux.....	8
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉCONOMIQUES, 11, avenue de l'Opéra, Paris.....	9
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Réfrigérants.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
NABOULEIX (G.), à Bordeaux.....	8
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Robinetterie.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon.....	5
GERMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados).....	6
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Roues.

FORTIN (J.), à Raismes (Nord).....	6
------------------------------------	---

Scies à bois et à métaux.

SCHALCK (CH.), chemin du Stand, Nancy.....	8
--	---

Séchoirs.

NABOULEIX (G.), à Bordeaux.....	8
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille.....	12
SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS ÉCONOMIQUES, 11, avenue de l'Opéra, Paris.....	9
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris.....	11

Pages.

Sondages et forages.

WOLF (R.), Magdebourg-Buckau (Allemagne), représentant : A. Bonehill, 117, boulevard Magenta, Paris	14
--	----

Surchauffeurs.

BADÈRE (A.), 24, allée Franklin, Villemonble (Seine)	5
GÉRMAIN, BOISNE FRÈRES ET C ^{ie} , Condé-sur-Noireau (Calvados)	6
NABOULEIX (G.), à Bordeaux	8
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille	12

Tirage des foyers.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris	11
---	----

Transformateurs.

GRAMMONT (A.), Pont-de-Chéruy (Isère)	13
---	----

Transmission d'énergie.

CATIER (EMILE), à Boussois, par Marpent (Nord)	9
CONSTANT (G.) FILS, 179, rue Nationale, Lille	5
GRAMMONT (A.), Pont-de-Chéruy (Isère)	13

Transporteurs.

COMPAGNIE DES CHAINES SIMPLEX, 43, rue Lafayette, Paris	4
---	---

Tréfilerie de cuivre.

GRAMMONT (A.), Pont-de-Chéruy (Isère)	13
---	----

Tubes à ailettes.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon	5
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille	12
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris	11

Tubes en verre.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon	5
--	---

Turbines hydrauliques.

GOULOT ET BORNE, à Luxeuil-les-Bains (Haute-Saône)	8
SCHALCK (CH.), Chemin du Stand, Nancy	8

Ventilateurs et ventilation.

BOTTET (B.), 4, avenue des Ponts, Lyon	5
SÉE (PAUL), 58, rue Brûle-Maison, Lille	12
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'EXPLOITATION DES APPAREILS KOERTING, 20, rue de la Chapelle, Paris	11

Voitures industrielles.

SCHALCK (CH.), Chemin du Stand, Nancy	8
---	---

ARITHMÉTIQUE.

Proportions.

$$a : b :: c : d, \frac{a}{b} = \frac{c}{d}, a = \frac{b \times c}{d}, ad = bc, \frac{a \pm b}{b} = \frac{c \pm d}{d},$$

$$\frac{a \pm c}{b \pm d} = \frac{a}{b} = \frac{c}{d}, \frac{a^n}{b^n} = \frac{c^n}{d^n}, \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} = \frac{\sqrt{c}}{\sqrt{d}}.$$

Progressions.

Progression arithmétique ou par différence. — La différence d'un terme quelconque avec le précédent est constante; cette différence prend le nom de *raison*. Soient a le premier terme; r , la raison; n , le nombre de termes,

On a : $a . a + r . a + 2r . a + 3r \dots a + (n - 1)r$

la valeur du dernier terme est : $t = a + (n - 1)r$,

la somme des n premiers termes, $s = \frac{a + t}{2} n$

la raison de la progression formée en insérant m moyennes entre a et t ;

$$r = \frac{t - a}{m + 1}.$$

Progression géométrique ou par quotient. — Le rapport d'un terme quelconque au précédent est constant; ce rapport prend le nom de *raison*. Soient a le premier terme; q , la raison; n , le nombre de termes,

On a :

$$a . aq . aq^2 . aq^3 \dots aq^{n-1}$$

la valeur du dernier terme est $t = aq^{n-1}$

la somme des n premiers termes, $s = a \frac{q^n - 1}{q - 1}$

la raison de la progression formée en insérant m moyenne entre a et t ,

$$q = \sqrt[m+1]{\frac{t}{a}}.$$

Sommes de quelques progressions. — La somme des n premiers nombres de 1 à n .

$$1 + 2 + 3 + 4 + \dots + (n - 1) + n = \frac{(1 + n) n}{2}.$$

La somme des n premiers nombres impairs de 1 à $(2n - 1)$,

$$1 + 3 + 5 + 7 + \dots + (2n - 3) + (2n - 1) = n^2.$$

La somme des n premiers nombres pairs jusqu'à $2n$,

$$2 + 4 + 6 + 8 + \dots + (2n - 2) + 2n = (1 + n) n,$$

La somme des carrés des n premiers nombres,

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + \dots + (n - 1)^2 + n^2 = \frac{n(n + 1)(2n + 1)}{6}.$$

(C'est la formule qui permet de calculer les piles de boulets en forme de pyramide à base quadrangulaire.)

— II —

Trigonométrie

FORMULES GÉNÉRALES

$\sin^2 a + \cos^2 a = 1,$ $\operatorname{tg} a = \frac{\sin a}{\cos a}$ $\operatorname{cotg} a = \frac{\cos a}{\sin a}$ $\sin(a+b) = \sin a \cos b + \sin b \cos a$ $\sin(a-b) = \sin a \cos b - \sin b \cos a$ $\cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$ $\cos(a-b) = \cos a \cos b + \sin a \sin b$ $\operatorname{tg}(a+b) = \frac{\operatorname{tg} a + \operatorname{tg} b}{1 - \operatorname{tg} a \operatorname{tg} b}$		$\operatorname{tg}(a-b) = \frac{\operatorname{tg} a - \operatorname{tg} b}{1 + \operatorname{tg} a \operatorname{tg} b}$ $\sin 2a = 2 \sin a \cos a$ $\cos 2a = \cos^2 a - \sin^2 a$ $\operatorname{tg} 2a = \frac{2 \operatorname{tg} a}{1 - \operatorname{tg}^2 a}$ $\sin \frac{a}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos a}{2}}$ $\cos \frac{a}{2} = \sqrt{\frac{1 + \cos a}{2}}$
---	--	---

$$\cos a + \cos b = 2 \cos \frac{a+b}{2} \cos \frac{a-b}{2},$$

$$\cos a - \cos b = -2 \sin \frac{a+b}{2} \sin \frac{a-b}{2},$$

$$\sin a + \sin b = 2 \sin \frac{a+b}{2} \cos \frac{a-b}{2},$$

$$\sin a - \sin b = 2 \cos \frac{a+b}{2} \sin \frac{a-b}{2}.$$

RÉSOLUTION DES TRIANGLES

Triangles rectangles

Données :

$$A = 90^\circ$$

$$b = a \sin B$$

$$c = a \sin C$$

$$a = \sqrt{b^2 + c^2}.$$

Premier cas. — On donne a et C .

$$\log b = \log a + \log \sin B$$

$$\log c = \log a + \log \sin C$$

$$B = 90^\circ - C.$$

Deuxième cas. — On donne a et c

Troisième cas. — On donne b et C .

Quatrième cas. — On donne b et c .

Triangles obliques

$$a = \frac{b \sin A}{\sin B} = \frac{c \sin A}{\sin C}, \quad b = \frac{a \sin B}{\sin A} = \frac{c \sin B}{\sin C}, \quad c = \frac{a \sin C}{\sin A} = \frac{b \sin C}{\sin B}$$

Premier cas. — On donne a , B et A .

$$C = 180 - (A + B) \quad \log c = \log a + \log \sin C - \log \sin A,$$

$$\log b = \log a + \log \sin B - \log \sin A.$$

Deuxième cas. — On donne a, b et C

$$\frac{A+B}{2} = 90^\circ - \frac{C}{2}$$

$$\log \operatorname{tg} \frac{(A-B)}{2} = \log(a-b) + \log \cot \frac{C}{2} - \log(a+b)$$

$$\log c = \log a + \log \sin C - \log \sin A.$$

Troisième cas. — On donne a, b et c [$a+b+c=2p$]

$$\log \operatorname{tg} \frac{A}{2} = \frac{1}{2} [\log(p-b) + \log(p-c) - \log p - \log(p-a)]$$

$$\log \operatorname{tg} \frac{B}{2} = \frac{1}{2} [\log(p-a) + \log(p-c) - \log p - \log(p-b)]$$

$$\log \operatorname{tg} \frac{C}{2} = \frac{1}{2} [\log(p-a) + \log(p-b) - \log p - \log(p-c)]$$

Facteurs usuels

π , rapport de la circonférence au diamètre.

$\pi = 3,141592$	$\log \pi = 0,49715$	$\frac{1}{\pi} = 0,318310$	$\log \frac{1}{\pi} = \bar{1},50285$
$\pi^2 = 9,869604$	$\log \pi^2 = 0,99430$	$\frac{1}{\pi^2} = 0,101321$	$\log \frac{1}{\pi^2} = \bar{1},00570$
$\pi^3 = 31,006276$	$\log \pi^3 = 1,49145$	$\frac{1}{\pi^3} = 0,032252$	$\log \frac{1}{\pi^3} = \bar{2},50855$
$\sqrt{\pi} = 1,772454$	$\log \sqrt{\pi} = 0,24857$	$\sqrt[3]{\pi} = 1,464592$	$\log \sqrt[3]{\pi} = 0,16572$
$\frac{\pi}{2} = 0,636620$	$\frac{\pi}{2} = 1,570796$	$\frac{3}{\pi} = 0,954929$	$\frac{\pi}{3} = 1,047197$

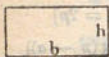
g , accélération d'un corps qui tombe dans le vide.

Valeur de g à Paris 9,80896 ou plus simplement 9,809; au pôle, 9,831; à l'équateur, 9,781; à Rome, 9,803.

$g = 9,80896$	$\log g = 0,99162$	$g^2 = 96,21250$	$\log g^2 = 1,98323$
$\frac{1}{g} = 0,10194$	$\log \frac{1}{g} = 1,00838$	$\frac{1}{g^2} = 0,01039$	$\log \frac{1}{g^2} = \bar{2},01677$
$2g = 19,61792$	$\log 2g = 1,29265$	$\sqrt{g} = 313209$	$\log \sqrt{g} = 0,49583$
$\frac{1}{2g} = 0,05097$	$\log \frac{1}{2g} = 2,70735$	$\frac{1}{\sqrt{g}} = 0,31928$	$\log \frac{1}{\sqrt{g}} = \bar{1},50419$
$2\sqrt{g} = 6,26418$	$\log 2\sqrt{g} = 0,79686$	$\sqrt{2g} = 4,429447$	$\log \sqrt{2g} = 0,64635$

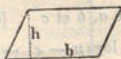
GEOMETRIE

SURFACES



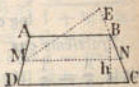
Rectangle

$$bh$$



Parallélogramme

$$bh$$



Trapeze

$$\frac{AB + DC}{2} \times h = MN \times h$$

ou bien

$$BC \times ME$$



Quadrilatère
inscriptible

$$\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}$$

$$p = \frac{a + b + c + d}{2}$$



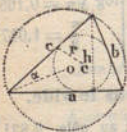
Quadrilatère
circonscribable

$$pr$$



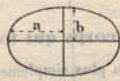
Quadrilatère
quelconque

$$\frac{1}{2} mn \sin \alpha$$



Triangle

$$p = \left(\frac{a + b + c}{2} \right) r$$



Ellipse

$$\pi ab$$



Cercle

$$\pi R^2 = \frac{\pi d^2}{4} = 0,785d^2$$

Secteur circulaire

$$\frac{\text{arc } ACB \times r}{2} \text{ ou } \frac{\pi r^2 \alpha}{360}$$

$\alpha =$ nombre de degrés de l'arc ACB.

Segment circulaire

$$\frac{\pi r^2 \beta}{360} = \frac{c}{2} (r - f)$$

1° $\frac{ah}{2}$

2° $\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$

3° $\frac{abc}{4r}$

4° pr

SURFACES (suite)

Polygones réguliers.



c , côté; R , rayon du cercle circonscrit; n , nombre de côtés;
 r , rayon du cercle inscrit; S , surface du polygone.
 Somme des angles d'un polygone: $2(n - 2)$ droits.

POLYGOXES	R	r	c	S
Triangle.....	0.577 c	0.289 c	1.732 R ou 3.463 r	0.433 c ² ou 1.299 R ²
Carré.....	0.707 c	0.500 c	1.414 R » 2.000 r	1.000 c ² » 2.000 R ²
Pentagone....	0.851 c	0.695 c	1.176 R » 1.453 r	1.721 c ² » 2.378 R ²
Hexagone....	1.000 c	0.866 c	1.000 R » 1.155 r	2.598 c ² » 2.598 R ²
Heptagone....	1.152 c	1.038 c	0.868 R » 0.963 r	3.634 c ² » 2.736 R ²
Octogone....	1.307 c	1.208 c	0.765 R » 0.828 r	4.828 c ² » 2.828 R ²
Ennéagone....	1.462 c	1.374 c	0.684 R » 0.728 r	6.182 c ² » 2.892 R ²
Décagone....	1.618 c	1.540 c	0.618 R » 0.649 r	7.694 c ² » 2.939 R ²
Endécagone...	1.776 c	1.710 c	0.563 R » 0.587 r	9.366 c ² » 2.973 R ²
Dodécagone...	1.930 c	1.866 c	0.518 R » 0.536 r	11.19 c ² » 3.000 R ²



Cylindre droit à base circulaire
 aire latérale = $2\pi R h$
 aire totale = $2\pi R (R + h)$



Cylindre droit à section oblique.
 $S = \pi R (h_1 + h_2)$



Cylindre quelconque

$S = Ch$
 $C =$ circonférence de la section droite
 $h =$ longueur des génératrices



Tronc de cône circulaire droit à bases parallèles
 Aire latérale = $\pi (R + r) h$

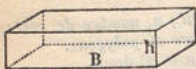


Cône droit à base circulaire
 Aire latérale = $\pi R l$
 Aire totale = $\pi R (R + l)$

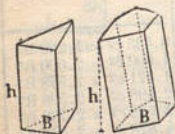


Sphère $4\pi R^2 = \pi D^2$
 Zone sphérique = $2\pi R h$

VOLUMES



Parallépipède rectangle
 $V = B \times h$



Prisme droit ou oblique
 $V = B \times h$



Pyramide
 $V = \frac{1}{3} B H$

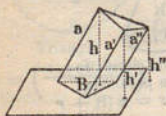


Tronc de pyramide à bases parallèles

$$1^{\circ} V = \frac{1}{3} H (B + b + \sqrt{Bb})$$

$$2^{\circ} V = \frac{BH}{3} (1 + k + k^2)$$

(*k*, rapport d'un côté de la petite base au côté homologue de la grande)



Tronc de prisme triangulaire

$$1^{\circ} V = \frac{B}{3} (h + h' + h'')$$

$$2^{\circ} V = S \left(\frac{a + a' + a''}{3} \right) = S z$$

S, section droite
z, droite joignant les centres de gravité des deux bases



Cylindre droit à base circulaire

$$V = \pi R^2 H = BH$$



Cylindre creux

$$V = \pi H (R^2 - r^2)$$

Onglet cylindrique

$$V = \frac{2}{3} R^2 h$$



Cône

$$V = \frac{\pi R^2 H}{3}$$

Tronc de cône

$$V = \frac{\pi H}{3} (R^2 + r^2 + Rr)$$



Tronc de cône de seconde espèce

$$V = \frac{\pi H}{3} (R^2 + r^2 - Rr)$$

$$\text{Sphère} = \frac{4}{3} \pi R^3 = 4,189 R^3$$

$$\text{Sphère creuse} V = \frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3)$$



Secteur sphérique

$$V = \frac{2}{3} \pi R^2 h$$



Segment sphérique à une base de rayon *a*

$$1^{\circ} V = \frac{1}{6} \pi h (h^2 + 3a^2)$$

$$2^{\circ} V = \frac{1}{3} \pi h^2 (3R - h)$$

Segment sphérique à deux bases de rayons *a* et *b*

$$V = \frac{1}{6} \pi h (3a + 3b^2 + h^2)$$

**Carrés, Cubes, Racines carrées, Racines cubiques
Circonférences, Surfaces
et Logarithmes des nombres ou diamètres de 1 à 105.**

Nombres <i>d</i>	Carrés	Cubes	Racine carrée	Racine cubique	Circon- férence	Surface	Logarith
	d^2	d^3	\sqrt{d}	$\sqrt[3]{d}$	πd	$\frac{1}{4} \pi d^2$	Log <i>d</i>
1	1	1	1.	1.	3,142	0,7854	0.0000
2	4	8	1.4142	1.2599	6,283	3,1416	0.3010
3	9	27	1.7321	1.4422	9,426	7,0686	0.4771
4	16	64	2.0000	1.5874	12,566	12,5664	0.6021
5	25	125	2.2361	1.7100	15,708	19,6350	0.6989
6	36	216	2.4495	1.8171	18,850	28,2743	0.7781
7	49	343	2.6458	1.9129	21,991	38,4845	0.8451
8	64	512	2.8284	2.0000	25,133	50,2655	0.9031
9	81	729	3.0000	2.0801	28,274	63,6173	0.9542
10	100	1000	3.1623	2.1544	31,416	78,5398	1.0000
11	121	1331	3.3166	2.2240	34,558	95,0332	1.0414
12	144	1728	3.4641	2.2894	37,699	113,097	1.0792
13	169	2197	3.6056	2.3513	40,841	132,732	1.1139
14	196	2744	3.7417	2.4101	43,982	153,938	1.1461
15	225	3375	3.8730	2.4662	47,124	176,715	1.1761
16	256	4096	4.0000	2.5198	50,265	201,062	1.2041
17	289	4913	4.1231	2.5713	53,407	226,980	1.2304
18	324	5832	4.2426	2.6207	56,549	254,469	1.2553
19	361	6859	4.3589	2.6684	59,690	283,529	1.2788
20	400	8000	4.4721	2.7144	62,832	314,159	1.3010
21	441	9261	4.5826	2.7589	65,973	346,361	1.3222
22	484	10648	4.6904	2.8020	69,115	380,133	1.3424
23	529	12167	4.7958	2.8439	72,257	415,476	1.3617
24	576	13824	4.8990	2.8845	75,398	452,389	1.3802
25	625	15625	5.0000	2.9240	78,540	490,874	1.3979
26	676	17576	5.0990	2.9625	81,681	530,929	1.4149
27	729	19683	5.1962	3.0000	84,823	572,555	1.4314
28	784	21952	5.2915	3.0366	87,965	615,752	1.4472
29	841	24389	5.3852	3.0723	91,106	660,520	1.4624
30	900	27000	5.4772	3.1072	94,248	706,858	1.4771
31	961	29791	5.5678	3.1414	97,389	754,768	1.4914
32	1024	32768	5.6569	3.1748	100,531	804,248	1.5051
33	1089	35937	5.7446	3.2075	103,673	855,299	1.5185
34	1156	39304	5.8310	3.2396	106,814	907,920	1.5315
35	1225	42875	5.9161	3.2711	109,956	962,113	1.5441

Nombres <i>d</i>	Carré	Cubes	Racine carrée	Racine cubique	Circon- férence	Surface	Logarith Log <i>d</i>
	<i>d</i> ²	<i>d</i> ³	\sqrt{d}	$\sqrt[3]{d}$	πd	$\frac{1}{4} \pi d^2$	
36	1296	46656	6.0000	3.3019	113,097	1017,88	1.5563
37	1369	50653	6.0828	3.3322	116,239	1075,21	1.5682
38	1444	54872	6.1644	3.3620	119,381	1134,11	1.5798
39	1521	59319	6.2450	3.3912	122,522	1194,59	1.5911
40	1600	64000	6.3246	3.4200	125,66	1256,64	1.6021
41	1681	68921	6.4031	3.4482	128,81	1320,25	1.6128
42	1764	74088	6.4807	3.4760	131,95	1385,44	1.6232
43	1849	79507	6.5574	3.5034	135,09	1452,20	1.6335
44	1936	85184	6.6332	3.5303	138,23	1520,53	1.6434
45	2025	91125	6.7082	3.5569	141,37	1590,43	1.6532
46	2116	97336	6.7823	3.5830	144,51	1661,90	1.6628
47	2209	103823	6.8557	3.6088	147,65	1734,94	1.6721
48	2304	110592	6.9282	3.6342	150,80	1809,56	1.6812
49	2401	117649	7.0000	3.6593	153,94	1885,74	1.6902
50	2500	125000	7.0711	3.6840	157,08	1963,50	1.6990
51	2601	132651	7.1414	3.7084	160,22	2042,82	1.7076
52	2704	140608	7.2111	3.7325	163,36	2123,72	1.7160
53	2809	148877	7.2801	3.7563	166,50	2206,18	1.7243
54	2916	157464	7.3485	3.7798	169,65	2290,22	1.7324
55	3025	166375	7.4162	3.8030	172,79	2375,83	1.7404
56	3136	175616	7.4833	3.8259	175,93	2463,01	1.7482
57	3249	185193	7.5498	3.8485	179,07	2551,76	1.7559
58	3364	195112	7.6158	3.8709	182,21	2642,08	1.7634
59	3481	205379	7.6811	3.8930	185,35	2733,97	1.7708
60	3600	216000	7.7460	3.9149	188,50	2827,43	1.7781
61	3721	226981	7.8102	3.9365	191,64	2922,47	1.7853
62	3844	238328	7.8740	3.9579	194,78	3019,07	1.7924
63	3969	250047	7.9373	3.9791	197,92	3117,25	1.7993
64	4096	262144	8.0000	4.0000	201,06	3216,99	1.8062
65	4225	274625	8.0623	4.0207	204,20	3318,31	1.8129
66	4356	287496	8.1240	4.0412	207,35	3421,49	1.8195
67	4489	300763	8.1854	4.0615	210,49	3525,65	1.8261
68	4624	314432	8.2462	4.0817	213,63	3631,68	1.8325
69	4761	328509	8.3066	4.1016	216,77	3739,28	1.8388
70	4900	343000	8.3666	4.1213	219,91	3848,45	1.8451

Nombres <i>d</i>	Carrés d^2	Cubes d^3	Racine carrée \sqrt{d}	Racine cubique $\sqrt[3]{d}$	Circon- férence πd	Surface $\frac{1}{4} \pi d^2$	Logarith Log <i>d</i>
71	5041	357911	8.4261	4.1408	223,05	3959,19	1.8512
72	5184	373248	8.4853	4.1602	226,19	4071,50	1.8573
73	5329	389017	8.5440	4.1793	229,34	4185,39	1.8633
74	5476	405224	8.6023	4.1983	232,48	4300,84	1.8692
75	5625	421875	8.6603	4.2172	235,62	4417,86	1.8751
76	5776	438976	8.7178	4.2358	238,76	4536,46	1.8808
77	5929	456533	8.7750	4.2543	241,90	4656,63	1.8865
78	6084	474552	8.8318	4.2727	245,04	4778,36	1.8921
79	6241	493039	8.8882	4.2908	248,19	4901,67	1.8976
80	6400	512000	8.9443	4.3089	251,33	5026,55	1.9031
81	6561	531441	9.0000	4.3267	254,47	5153,00	1.9085
82	6724	551368	9.0554	4.3445	257,61	5281,02	1.9138
83	6889	571787	9.1104	4.3621	260,75	5410,61	1.9191
84	7056	592704	9.1652	4.3795	263,89	5541,77	1.9243
85	7225	614125	9.2195	4.3968	267,04	5674,50	1.9294
86	7396	636056	9.2736	4.4140	270,18	5808,80	1.9345
87	7569	658503	9.3274	4.4310	273,32	5944,68	1.9395
88	7744	681472	9.3808	4.4480	276,46	6082,12	1.9445
89	7921	704969	9.4340	4.4647	279,60	6221,14	1.9494
90	8100	729000	9.4868	4.4814	282,74	6361,73	1.9542
91	8281	753571	9.5394	4.4979	285,88	6503,88	1.9590
92	8464	778688	9.5917	4.5144	289,03	6647,61	1.9638
93	8649	804357	9.6437	4.5307	292,17	6792,91	1.9685
94	8836	830584	9.6954	4.5468	295,31	6939,78	1.9731
95	9025	857375	9.7468	4.5629	298,45	7088,22	1.9777
96	9216	884736	9.7980	4.5789	301,59	7238,23	1.9823
97	9409	912673	9.8489	4.5947	304,73	7389,81	1.9868
98	9604	941192	9.8995	4.6104	307,88	7542,96	1.9912
99	9801	970299	9.9499	4.6261	311,02	7697,69	1.9956
100	10000	1000000	10.0000	4.6416	314,16	7853,98	2.0000
101	10201	1030301	10.0498	4.6570	317,30	8011,85	2.0043
102	10404	1061208	10.0995	4.6723	320,44	8171,28	2.0086
103	10609	1092727	10.1488	4.6875	323,58	8332,29	2.0128
104	10816	1124864	10.1980	4.7026	326,73	8494,87	2.0170
105	11025	1157625	10.2469	4.7176	329,87	8659,01	2.2012

Arcs, Cordes, Flèches et Surfaces des segments pour R = 1.

Degrés	Arcs	Cordes	Flèches	Surfaces des segments	Degrés	Arcs	Cordes	Flèches	Surfaces des segments
1	0.0175	0.0175	0.00004	0.00000	46	0.8029	0.7815	0.0795	0.04176
2	0.0349	0.0349	0.00015	0.00000	47	0.8203	0.7975	0.0829	0.04448
3	0.0524	0.0524	0.00034	0.00001	48	0.8378	0.8135	0.0865	0.04731
4	0.0698	0.0698	0.00061	0.00003	49	0.8552	0.8294	0.0900	0.05025
5	0.0873	0.0872	0.00095	0.00006	50	0.8727	0.8452	0.0937	0.05331
6	0.1047	0.1047	0.00137	0.00010	51	0.8901	0.8610	0.0974	0.05649
7	0.1222	0.1221	0.00187	0.00015	52	0.9076	0.8767	0.1012	0.05978
8	0.1396	0.1395	0.00244	0.00023	53	0.9250	0.8924	0.1051	0.06319
9	0.1571	0.1569	0.00308	0.00032	54	0.9425	0.9080	0.1090	0.06673
10	0.1745	0.1743	0.00381	0.00044	55	0.9599	0.9235	0.1130	0.07039
11	0.1920	0.1917	0.00463	0.00059	56	0.9774	0.9389	0.1171	0.07417
12	0.2094	0.2091	0.00548	0.00076	57	0.9948	0.9543	0.1212	0.07808
13	0.2269	0.2264	0.00643	0.00097	58	1.0123	0.9696	0.1254	0.08212
14	0.2443	0.2437	0.00745	0.00121	59	1.0297	0.9848	0.1296	0.08629
15	0.2618	0.2611	0.00855	0.00149	60	1.0472	1.0000	0.1340	0.09059
16	0.2793	0.2783	0.00973	0.00181	61	1.0647	1.0151	0.1384	0.09502
17	0.2967	0.2956	0.01098	0.00217	62	1.0821	1.0301	0.1428	0.09958
18	0.3142	0.3129	0.01231	0.00257	63	1.0996	1.0450	0.1474	0.10428
19	0.3316	0.3301	0.01371	0.00302	64	1.1170	1.0598	0.1520	0.10911
20	0.3491	0.3473	0.01519	0.00352	65	1.1345	1.0746	0.1566	0.11408
21	0.3665	0.3645	0.01675	0.00408	66	1.1519	1.0893	0.1613	0.11919
22	0.3840	0.3816	0.01837	0.00468	67	1.1694	1.1039	0.1661	0.12443
23	0.4014	0.3987	0.02008	0.00535	68	1.1868	1.1184	0.1710	0.12982
24	0.4189	0.4158	0.02185	0.00607	69	1.2043	1.1328	0.1759	0.13535
25	0.4363	0.4329	0.02370	0.00686	70	1.2217	1.1472	0.1808	0.14102
26	0.4538	0.4499	0.02563	0.00771	71	1.2392	1.1614	0.1859	0.14683
27	0.4712	0.4669	0.02763	0.00862	72	1.2566	1.1756	0.1910	0.15279
28	0.4887	0.4838	0.02969	0.00961	73	1.2741	1.1896	0.1961	0.15889
29	0.5061	0.5008	0.03185	0.01067	74	1.2915	1.2036	0.2014	0.16514
30	0.5236	0.5176	0.03407	0.01180	75	1.3090	1.2175	0.2066	0.17154
31	0.5411	0.5345	0.03637	0.01301	76	1.3265	1.2313	0.2120	0.17808
32	0.5585	0.5512	0.03874	0.01429	77	1.3439	1.2450	0.2174	0.18477
33	0.5760	0.5680	0.04118	0.01566	78	1.3614	1.2586	0.2229	0.19160
34	0.5934	0.5847	0.04370	0.01711	79	1.3788	1.2722	0.2284	0.19859
35	0.6109	0.6014	0.04628	0.01864	80	1.3963	1.2856	0.2340	0.20573
36	0.6283	0.6180	0.04894	0.02027	81	1.4137	1.2989	0.2396	0.21301
37	0.6458	0.6346	0.05168	0.02198	82	1.4312	1.3121	0.2453	0.22045
38	0.6632	0.6511	0.05448	0.02378	83	1.4486	1.3252	0.2510	0.22804
39	0.6807	0.6676	0.05735	0.02568	84	1.4661	1.3383	0.2569	0.23578
40	0.6981	0.6840	0.06031	0.02767	85	1.4835	1.3512	0.2627	0.24367
41	0.7156	0.7004	0.06333	0.02976	86	1.5010	1.3640	0.2686	0.25171
42	0.7330	0.7167	0.06642	0.03195	87	1.5184	1.3767	0.2744	0.25990
43	0.7505	0.7330	0.06958	0.03425	88	1.5359	1.3893	0.2807	0.26825
44	0.7679	0.7492	0.07281	0.03664	89	1.5533	1.4018	0.2867	0.27675
45	0.7854	0.7654	0.07612	0.03915	90	1.5708	1.4142	0.2929	0.28540

Degrés	Arcs	Cordes	Fleches	Surfaces des segments	Degrés	Arcs	Cordes	Fleches	Surfaces des segments
91	1.5882	1.4265	0.2991	0.29420	136	2.3736	1.8544	0.6254	0.83949
92	1.6057	1.4387	0.3053	0.30316	137	2.3911	1.8608	0.6335	0.85455
93	1.6232	1.4507	0.3116	0.31226	138	2.4086	1.8672	0.6416	0.86971
94	1.6406	1.4627	0.3180	0.32152	139	2.4260	1.8733	0.6498	0.88497
95	1.6580	1.4746	0.3244	0.33093	140	2.4435	1.8794	0.6580	0.90034
96	1.6755	1.4863	0.3309	0.34050	141	2.4609	1.8853	0.6662	0.91580
97	1.6930	1.4979	0.3374	0.35021	142	2.4784	1.8910	0.6744	0.93135
98	1.7104	1.5094	0.3439	0.36008	143	2.4958	1.8966	0.6827	0.94700
99	1.7279	1.5208	0.3506	0.37009	144	2.5133	1.9021	0.6910	0.96274
100	1.7453	1.5321	0.3572	0.38026	145	2.5307	1.9074	0.6993	0.97858
101	1.7628	1.5432	0.3639	0.39058	146	2.5482	1.9126	0.7076	0.99449
102	1.7802	1.5543	0.3707	0.40104	147	2.5656	1.9176	0.7160	1.01050
103	1.7977	1.5652	0.3775	0.41166	148	2.5831	1.9225	0.7244	1.02658
104	1.8151	1.5760	0.3843	0.42242	149	2.6005	1.9273	0.7328	1.04275
105	1.8326	1.5867	0.3912	0.43334	150	2.6180	1.9319	0.7412	1.05900
106	1.8500	1.5973	0.3982	0.44439	151	2.6354	1.9363	0.7496	1.07532
107	1.8675	1.6077	0.4052	0.45560	152	2.6529	1.9406	0.7581	1.09171
108	1.8850	1.6180	0.4122	0.46695	153	2.6704	1.9447	0.7666	1.10818
109	1.9024	1.6282	0.4193	0.47844	154	2.6878	1.9487	0.7750	1.12472
110	1.9199	1.6383	0.4264	0.49008	155	2.7053	1.9526	0.7836	1.14132
111	1.9373	1.6483	0.4336	0.50187	156	2.7227	1.9563	0.7921	1.15799
112	1.9548	1.6581	0.4408	0.51379	157	2.7402	1.9598	0.8006	1.17472
113	1.9722	1.6678	0.4481	0.52586	158	2.7576	1.9632	0.8092	1.19151
114	1.9897	1.6773	0.4554	0.53807	159	2.7751	1.9665	0.8178	1.20835
115	2.0071	1.6868	0.4627	0.55041	160	2.7925	1.9696	0.8264	1.22525
116	2.0246	1.6961	0.4701	0.56289	161	2.8100	1.9726	0.8350	1.24221
117	2.0420	1.7053	0.4775	0.57551	162	2.8274	1.9754	0.8436	1.25921
118	2.0595	1.7143	0.4850	0.58827	163	2.8449	1.9780	0.8522	1.27626
119	2.0769	1.7233	0.4925	0.60116	164	2.8623	1.9805	0.8608	1.29335
120	2.0944	1.7321	0.5000	0.61418	165	2.8798	1.9829	0.8695	1.31049
121	2.1118	1.7407	0.5076	0.62734	166	2.8972	1.9851	0.8781	1.32766
122	2.1293	1.7492	0.5152	0.64063	167	2.9147	1.9871	0.8868	1.34487
123	2.1468	1.7576	0.5228	0.65404	168	2.9322	1.9890	0.8955	1.36212
124	2.1642	1.7659	0.5305	0.66759	169	2.9496	1.9908	0.9042	1.37940
125	2.1817	1.7740	0.5388	0.68125	170	2.9671	1.9924	0.9128	1.39671
126	2.1991	1.7820	0.5460	0.69505	171	2.9845	1.9938	0.9215	1.41404
127	2.2166	1.7899	0.5538	0.70897	172	3.0020	1.9951	0.9302	1.43140
128	2.2340	1.7976	0.5616	0.72301	173	3.0194	1.9963	0.9390	1.44878
129	2.2515	1.8052	0.5695	0.73716	174	3.0369	1.9973	0.9477	1.46617
130	2.2689	1.8126	0.5774	0.75144	175	3.0543	1.9981	0.9564	1.48359
131	2.2864	1.8199	0.5853	0.76584	176	3.0718	1.9988	0.9651	1.50101
132	2.3038	1.8271	0.5933	0.78034	177	3.0892	1.9993	0.9738	1.51845
133	2.3213	1.8341	0.6013	0.79497	178	3.1067	1.9997	0.9825	1.53589
134	2.3387	1.8410	0.6093	0.80970	179	3.1241	1.9999	0.9913	1.55334
135	2.3562	1.8478	0.6173	0.82454	180	3.1416	2.0000	1.0000	1.57080

Tangentes et cotangentes des angles de 0° à 90°.

ANGLE (1)	TANGENTE DE (1) et cotangente de (3)	ANGLE (3)	ANGLE (1)	TANGENTE DE (1) et cotangente de (3)	ANGLE (3)
0°	0,0000	90°	46°	1,0355	44°
1	0,0174	89	47	1,0724	43
2	0,0319	88	48	1,1106	42
3	0,0524	87	49	1,1504	41
4	0,0699	86	50	1,1918	40
5	0,0875	85	51	1,2349	39
6	0,1051	84	52	1,2799	38
7	0,1228	83	53	1,3270	37
8	0,1405	82	54	1,3764	36
9	0,1584	81	55	1,4281	35
10	0,1763	80	56	1,4826	34
11	0,1944	79	57	1,5399	33
12	0,2126	78	58	1,6003	32
13	0,2309	77	59	1,6643	31
14	0,2493	76	60	1,7321	30
15	0,2679	75	61	1,8040	29
16	0,2867	74	62	1,8801	28
17	0,3057	73	63	1,9626	27
18	0,3250	72	64	2,0503	26
19	0,3443	71	65	2,1445	25
20	0,3640	70	66	2,2460	24
21	0,3839	69	67	2,3559	23
22	0,4040	68	68	2,4751	22
23	0,4235	67	69	2,6051	21
24	0,4452	66	70	2,7475	20
25	0,4663	65	71	2,9042	19
26	0,4877	64	72	3,0777	18
27	0,5095	63	73	3,2709	17
28	0,5317	62	74	3,4874	16
29	0,5543	61	75	3,7321	15
30	0,5774	60	76	4,0108	14
31	0,6009	59	77	4,3315	13
32	0,6249	58	78	4,7046	12
33	0,6494	57	79	5,1445	11
34	0,6745	56	80	5,6713	10
35	0,7002	55	81	6,3138	9
36	0,7265	54	82	7,1154	8
37	0,7536	53	83	8,1443	7
38	0,7813	52	84	9,5144	6
39	0,8098	51	85	11,4301	5
40	0,8391	50	86	14,3007	4
41	0,8693	49	87	19,0811	3
42	0,9004	48	88	28,6362	2
43	0,9325	47	89	57,2900	1
44	0,9657	46	90	infini	0
45	1,0000	45			

Sinus et cosinus des angles de 0° à 90°.

ANGLE (1)	SINUS DE (1) et cosinus de (3)	ANGLE (3)	ANGLE (1)	SINUS DE (1) et cosinus de (3)	ANGLE (3)
0°	0,0000	90°	46°	0,7193	44°
1	0,0174	89	47	0,7314	43
2	0,0349	88	48	0,7431	42
3	0,0523	87	49	0,7547	41
4	0,0698	86	50	0,7660	40
5	0,0872	85	51	0,7771	39
6	0,1045	84	52	0,7880	38
7	0,1219	83	53	0,7986	37
8	0,1392	82	54	0,8090	36
9	0,1564	81	55	0,8192	35
10	0,1736	80	56	0,8290	34
11	0,1908	79	57	0,8387	33
12	0,2079	78	58	0,8480	32
13	0,2250	77	59	0,8572	31
14	0,2419	76	60	0,8660	30
15	0,2588	75	61	0,8746	29
16	0,2756	74	62	0,8829	28
17	0,2924	73	63	0,8910	27
18	0,3090	72	64	0,8983	26
19	0,3256	71	65	0,9068	25
20	0,3420	70	66	0,9135	24
21	0,3584	69	67	0,9205	23
22	0,3746	68	68	0,9272	22
23	0,3907	67	69	0,9336	21
24	0,4067	66	70	0,9397	20
25	0,4226	65	71	0,9455	19
26	0,4384	64	72	0,9511	18
27	0,4540	63	73	0,9563	17
28	0,4695	62	74	0,9613	16
29	0,4848	61	75	0,9659	15
30	0,5000	60	76	0,9703	14
31	0,5150	59	77	0,9744	13
32	0,5299	58	78	0,9781	12
33	0,5446	57	79	0,9816	11
34	0,5592	56	80	0,9848	10
35	0,5736	55	81	0,9877	9
36	0,5878	54	82	0,9903	8
37	0,6018	53	83	0,9925	7
38	0,6157	52	84	0,9945	6
39	0,6293	51	85	0,9962	5
40	0,6428	50	86	0,9976	4
41	0,6561	49	87	0,9986	3
42	0,6691	48	88	0,9994	2
43	0,6820	47	89	0,9998	1
44	0,6947	46	90	1,0000	0
45	0,7071	45			

Intérêts composés.

Valeur, à la fin de n années, de 1 franc placé à intérêt composé.

Nombre d'années n	TAUX DE L'INTÉRÊT				
	T = 3	T = 4	T = 4 1/2	T = 5	T = 6
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
1	1,030	1,040	1,045	1,050	1,060
2	1,060	1,081	1,092	1,102	1,123
3	1,092	1,124	1,141	1,157	1,181
4	1,125	1,169	1,192	1,215	1,262
5	1,159	1,216	1,246	1,276	1,338
6	1,194	1,265	1,302	1,340	1,418
7	1,229	1,315	1,360	1,407	1,503
8	1,266	1,368	1,422	1,477	1,593
9	1,304	1,423	1,486	1,551	1,680
10	1,343	1,480	1,552	1,628	1,790
11	1,384	1,539	1,622	1,710	1,898
12	1,425	1,601	1,695	1,795	2,012
13	1,468	1,665	1,772	1,885	2,132
14	1,512	1,731	1,851	1,979	2,260
15	1,557	1,800	1,935	2,078	2,395
16	1,604	1,872	2,022	2,182	2,540
17	1,652	1,947	2,113	2,292	2,692
18	1,702	2,025	2,208	2,405	2,854
19	1,753	2,106	2,307	2,525	3,025
20	1,806	2,191	2,411	2,653	3,207
21	1,860	2,278	2,520	2,785	3,399
22	1,916	2,369	2,633	2,925	3,603
23	1,973	2,464	2,752	3,071	3,819
24	2,032	2,563	2,876	3,225	4,048
25	2,093	2,665	3,005	3,386	4,291
26	2,156	2,772	3,140	3,555	4,549
27	2,221	2,883	3,282	3,733	4,822
28	2,287	2,998	3,429	3,920	5,111
29	2,356	3,118	3,584	4,116	5,418
30	2,427	3,243	3,745	4,321	5,743
31	2,500	3,373	3,913	4,538	6,088
32	2,575	3,508	4,089	4,764	6,453
33	2,652	3,648	4,274	5,003	6,840
34	2,731	3,794	4,466	5,253	7,251

EXEMPLE. — Quel est, au bout de 22 ans, le capital produit par 1.200 francs placés à intérêts composés au taux de 4 0/0 par an ?

Le nombre 2.369, qui correspond à $n = 22$ et à $T = 4$, est la valeur de 1 franc au bout de 22 ans. En la multipliant par 1.200, on trouve 2.842 fr. 80, qui est la valeur de 1.200 francs au bout de 22 ans.

Amortissement.

Temps nécessaire pour opérer l'amortissement d'un capital.

TAUX t de l'amortis- sement t	TAUX DE L'INTÉRÊT									
	T = 3		T = 4		T = 4 1/2		T = 5		T = 6	
	Ans	Jours	Ans	Jours	Ans	Jours	Ans	Jours	Ans	Jours
0.001	116	64	94	250	86	358	80	214	70	201
0.002	93	292	77	228	71	264	66	284	58	341
0.0025	86	283	72	87	66	326	62	146	55	88
0.003	81	45	67	324	62	361	58	317	52	91
0.004	72	146	61	51	56	337	53	126	47	213
0.005	65	304	56	8	52	114	49	54	44	7
0.006	60	225	51	341	48	226	45	285	41	56
0.007	56	120	48	202	45	204	42	359	38	279
0.0075	54	164	47	23	44	76	41	273	37	259
0.008	52	261	45	250	42	350	40	220	36	266
0.009	49	222	43	76	40	258	38	197	34	350
0.01	46	328	41	13	38	266	36	265	33	144
0.011	44	187	39	40	36	355	35	40	32	1
0.012	42	140	37	141	35	146	33	241	30	274
0.0125	41	147	36	216	34	245	32	361	30	61
0.013	40	172	35	304	33	256	32	126	29	224
0.014	38	271	34	153	32	248	31	55	28	210
0.015	37	61	33	47	31	181	30	20	27	227
0.016	35	266	31	344	30	148	29	16	26	271
0.017	34	148	30	309	29	145	28	40	25	338
0.0175	33	285	30	121	28	336	27	244	25	197
0.018	33	66	29	304	28	168	27	88	25	60
0.019	32	19	28	325	27	216	26	158	24	167
0.02	31	0	28	4	26	284	25	247	23	289
0.0225	28	243	26	18	24	350	23	359	22	109
0.025	26	246	24	132	23	143	22	189	21	1
0.0275	24	349	22	327	22	8	21	86	19	316
0.03	23	164	21	220	20	299	20	38	18	312
0.0325	22	45	20	167	19	271	19	34	17	347
0.035	20	344	19	158	18	285	18	68	17	50
0.0375	19	323	18	186	17	334	17	133	16	145
0.04	18	341	17	246	17	46	16	227	15	265

EXEMPLE. — Quel est le temps nécessaire pour amortir un capital, le taux de l'amortissement t étant de 2 0/0 ou 0,02, et le taux de l'intérêt T , 5 0/0 ?

En lisant sur la table le nombre qui se trouve dans la colonne verticale $T = 5$ et dans la colonne horizontale 0,02, on trouve 25 ans 247 jours.

Valeur actuelle de 1 franc payable à la fin de n années.

Nombre d'années n	TAUX DE L'INTÉRÊT				
	$T = 3$	$T = 4$	$T = 4\ 1/2$	$T = 5$	$T = 6$
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
1	0.970	0.961	0.956	0.952	0.943
2	0.942	0.924	0.915	0.907	0.899
3	0.915	0.888	0.876	0.863	0.839
4	0.888	0.854	0.838	0.822	0.792
5	0.862	0.821	0.802	0.783	0.747
6	0.837	0.790	0.767	0.746	0.704
7	0.813	0.759	0.734	0.710	0.665
8	0.789	0.730	0.703	0.676	0.627
9	0.766	0.702	0.672	0.644	0.591
10	0.744	0.675	0.643	0.613	0.558
11	0.722	0.649	0.616	0.584	0.525
12	0.701	0.624	0.589	0.556	0.496
13	0.680	0.600	0.564	0.530	0.468
14	0.661	0.577	0.539	0.505	0.442
15	0.641	0.555	0.516	0.481	0.417
16	0.623	0.533	0.494	0.458	0.393
17	0.605	0.513	0.473	0.436	0.371
18	0.587	0.493	0.452	0.415	0.350
19	0.570	0.474	0.433	0.395	0.330
20	0.553	0.456	0.414	0.376	0.311
21	0.537	0.438	0.396	0.358	0.294
22	0.521	0.421	0.379	0.341	0.277
23	0.506	0.405	0.363	0.325	0.261
24	0.491	0.390	0.347	0.310	0.246
25	0.477	0.375	0.332	0.295	0.233
26	0.463	0.360	0.318	0.281	0.219
27	0.450	0.346	0.304	0.267	0.207
28	0.437	0.333	0.291	0.255	0.195
29	0.424	0.320	0.279	0.242	0.184
30	0.411	0.308	0.267	0.231	0.174
31	0.399	0.296	0.255	0.220	0.164
32	0.388	0.285	0.244	0.209	0.154
33	0.377	0.274	0.233	0.199	0.146
34	0.366	0.263	0.223	0.190	0.137

EXEMPLE. — Quelle est la somme qu'il faudrait payer actuellement pour se libérer d'une somme de 4.000 francs, exigible dans 25 ans, le taux de l'intérêt étant de 4 0/0.

La fraction 0,375 qui correspond, dans le tableau ci-dessus, à $n = 25$ et à $T = 4$, est la valeur actuelle de 1 franc. En la multipliant par 4.000 francs on obtient 1.500 francs pour la valeur actuelle de la somme de 4.000 francs payable dans 25 ans.

Taux de l'amortissement nécessaire pour amortir un capital dans un nombre n d'années.

Nombre d'années n	TAUX DE L'INTÉRÊT				
	T = 3	T = 4	T = 4 1/2	T = 5	T = 6
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	0.492	0.490	0.488	0.487	0.485
3	0.323	0.320	0.318	0.317	0.314
4	0.239	0.235	0.233	0.232	0.228
5	0.188	0.184	0.182	0.180	0.177
6	0.154	0.150	0.148	0.147	0.144
7	0.130	0.126	0.124	0.122	0.119
8	0.112	0.108	0.106	0.104	0.101
9	0.098	0.094	0.092	0.090	0.087
10	0.087	0.083	0.081	0.079	0.075
11	0.078	0.074	0.072	0.070	0.065
12	0.070	0.066	0.064	0.062	0.059
13	0.064	0.060	0.058	0.056	0.053
14	0.058	0.054	0.052	0.051	0.047
15	0.053	0.049	0.048	0.046	0.042
16	0.049	0.045	0.044	0.042	0.038
17	0.045	0.042	0.040	0.038	0.035
18	0.042	0.038	0.037	0.035	0.032
19	0.039	0.036	0.034	0.032	0.029
20	0.037	0.033	0.031	0.030	0.027
21	0.034	0.031	0.029	0.027	0.025
22	0.032	0.029	0.027	0.025	0.023
23	0.030	0.027	0.025	0.024	0.021
24	0.029	0.025	0.023	0.022	0.019
25	0.027	0.024	0.022	0.020	0.018
26	0.025	0.022	0.021	0.019	0.016
27	0.024	0.021	0.019	0.018	0.015
28	0.023	0.020	0.018	0.017	0.014
29	0.022	0.018	0.017	0.016	0.013
30	0.021	0.017	0.016	0.015	0.012
31	0.019	0.016	0.015	0.014	0.011
32	0.019	0.015	0.014	0.013	0.011
33	0.018	0.015	0.013	0.012	0.010
34	0.017	0.014	0.012	0.011	0.009
35	0.016	0.013	0.012	0.011	0.008

EXEMPLE. — Quel est le taux d'amortissement t nécessaire pour amortir un capital quelconque dans 30 ans, le taux de l'intérêt T étant 3 0/0.

Le nombre de la table qui correspond à $n = 30$ et à $T = 3$ est 0,021; donc on devra payer, chaque année, 2 fr. 10 0/0 du capital pour l'amortir dans 30 ans.

**Annuités au moyen desquelles l'on peut amortir un capital
de 100 francs.**

Nombre d'années <i>n</i>	TAUX DE L'INTÉRÊT								
	2 0/0	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6
1	102	102,500	103	103,500	104	104,500	105	105,500	106
2	51,5049	51,8827	52,2610	52,6400	53,0196	53,3997	53,7804	54,1618	54,5436
3	34,6764	35,0137	35,3530	35,6934	36,0348	36,3773	36,7208	37,0654	37,4109
4	26,2623	26,5817	26,9027	27,2251	27,5490	27,8743	28,2011	28,5294	28,8591
5	21,2158	21,5246	21,8354	22,1481	22,4627	22,7791	23,0974	23,4176	23,7396
6	17,8525	18,1549	18,4597	18,7668	19,0761	19,3878	19,7017	20,0178	20,3362
7	15,4511	15,7495	16,0506	16,3544	16,6609	16,9701	17,2819	17,5964	17,9136
8	13,6509	13,9467	14,2456	14,5476	14,8527	15,1609	15,4721	15,7864	16,1035
9	12,2515	12,5456	12,8433	13,1446	13,4492	13,7574	14,0690	14,3839	14,7022
10	11,1326	11,4258	11,7230	12,0241	12,3290	12,6378	12,9504	13,2667	13,5867
11	10,2177	10,5105	10,8077	11,1091	11,4149	11,7248	12,0388	12,3570	12,6792
12	9,4359	9,7487	10,0462	10,3483	10,6552	10,9665	11,2825	11,6029	11,9277
13	8,8118	9,1048	9,4029	9,7061	10,0143	10,3275	10,6455	10,9684	11,2960
14	8,2601	8,5536	8,8526	9,1570	9,4668	9,7820	10,1023	10,4279	10,7584
15	7,7825	8,0766	8,3766	8,6825	8,9941	9,3113	9,6342	9,9625	10,2963
16	7,3650	7,6598	7,9610	8,2684	8,5820	8,9015	9,2269	9,5582	9,8952
17	6,9969	7,2927	7,5952	7,9043	8,2198	8,5417	8,8699	9,2041	9,5444
18	6,6702	6,9670	7,2708	7,5816	7,8993	8,2236	8,5546	8,8919	9,2355
19	6,3781	6,6760	6,9813	7,2940	7,6138	7,9407	8,2745	8,6150	8,9620
20	6,1156	6,4147	6,7215	7,0361	7,3581	7,6876	8,0242	8,3679	8,7184
21	5,8184	6,1187	6,4311	6,7466	7,0652	7,3870	7,7120	8,0401	8,3712
22	5,6631	5,9646	6,2747	6,5932	6,9198	7,2545	7,5970	7,9471	8,3046
23	5,4678	5,7696	6,0813	6,4018	6,7309	7,0682	7,4136	7,7669	8,1278
24	5,2871	5,5912	5,9047	6,2272	6,5586	6,8987	7,2470	7,6035	7,9679
25	5,1320	5,4375	5,7427	6,0674	6,4011	6,7439	7,0952	7,4549	7,8226
26	4,9699	5,2768	5,5938	5,9205	6,2567	6,6021	6,9564	7,3193	7,6904
27	4,8293	5,1376	5,4564	5,7852	6,1238	6,4719	6,8291	7,1952	7,5697
28	4,6989	5,0087	5,3293	5,6602	6,0012	6,3520	6,7122	7,0814	7,4492
29	4,5778	4,8891	5,2114	5,5445	5,8879	6,2414	6,6045	6,9768	7,3572
30	4,4649	4,7777	5,1019	5,4371	5,7830	6,1391	6,5051	6,8805	7,2648
31	4,3596	4,6739	4,9998	5,3372	5,6855	6,0443	6,4132	6,7916	7,1791
32	4,2610	4,5768	4,9046	5,2441	5,5948	5,9563	6,3280	6,7095	7,1002
33	4,1686	4,4859	4,8150	5,1572	5,5103	5,8744	6,2490	6,6334	7,0272
34	4,0818	4,4006	4,7321	5,0759	5,4314	5,7981	6,1755	6,5629	6,9529
35	4,0002	4,3205	4,6539	4,9998	5,3577	5,7270	6,1071	6,4974	6,8970

EXEMPLE. — Avec quelle annuité pourra-t-on amortir en 3 ans un capital placé à 3 0/0 ?

Le nombre qui correspond à $n = 30$ et à $T = 3$ dans le tableau précédent est 5,10; donc en devra payer 5,10 0/0 du capital pour l'amortir en 30 ans. Ce nombre correspond exactement à celui du deuxième exemple de la page précédente.

Tables de transformation.

Transformation des pentes métriques en degrés d'inclinaison.

PENTE métrique	DEGRÉS d'inclinaison	PENTE métrique	DEGRÉS d'inclinaison
0 ^m ,005	0° 17' 10"	0 ^m ,080	4° 34' 30"
0,010	0 35 0	0,085	4 51 30
0,015	0 51 30	0,090	5 8 30
0,020	1 8 40	0,095	5 25 30
0,025	1 26 0	0,100	5 42 30
0,030	1 43 01	0,105	5 50 30
0,035	2 0 20	0,110	6 16 30
0,040	2 17 30	0,115	6 33 40
0,045	2 34 40	0,120	6 50 30
0,050	2 51 40	0,125	7 7 30
0,055	3 8 50	0,130	7 24 20
0,060	3 26 0	0,135	7 41 20
0,065	3 43 10	0,140	7 58 10
0,070	4 0 20	0,145	8 15 5
0,075	4 17 20	0,150	8 31 50

Transformation des degrés d'inclinaison en pentes métriques.

DEGRÉS d'inclinaison	PENTE métrique	DEGRÉS d'inclinaison	PENTE métrique
0° 15'	0,00436	10°	0,17633
0 30	0,00873	12	0,21256
0 45	0,01309	14	0,24933
0 60	0,01746	16	0,28675
1 30	0,02618	18	0,32492
2	0,03492	20	0,36397
2 30	0,04366	22	0,40403
3	0,05241	24	0,44523
3 30	0,06116	26	0,48773
4	0,06993	28	0,53171
4 30	0,07870	30	0,57735
5	0,08749	32	0,62487
6	0,10510	34	0,67451
7	0,12278	36	0,72654
8	0,14054	38	0,78120
9	0,15838	40	0,83910

**Transformation de quelques fractions ordinaires
en fractions décimales,
avec leurs racines carrées et cubiques**

FRACTIONS ordinaires	FRACTIONS décimales	RACINES carrées	RACINES cubiques	FRACTIONS ordinaires	FRACTIONS décimales	RACINES carrées	RACINES cubiques
1/3	0,333	0.577	0.693	1/8	0,125	0.354	0.500
2/3	0,666	0.816	0.874	3/8	0,375	0.612	0.721
1/4	0,250	0.500	0.630	5/8	0,625	0.791	0.855
3/4	0,750	0.866	0.909	7/8	0,875	0.935	0.956
1/6	0,166	0.408	0.550	1/9	0,111	0.333	0.481
5/6	0,833	0.913	0.941	2/9	0,222	0.471	0.806
1/7	0,143	0.378	0.523	4/9	0,444	0.667	0.763
2/7	0,286	0.535	0.659	5/9	0,555	0.745	0.822
3/7	0,428	0.655	0.754	7/9	0,777	0.882	0.920
4/7	0,714	0.756	0.830	1/12	0,083	0.289	0.437
5/7	0,857	0.845	0.894	5/12	0,416	0.645	0.747
6/7		0.926	0.950	7/12	0,583	0.764	0.836

**Transformation des litres par seconde en litres par minute
et en mètres cubes par heure et réciproquement.**

LITRES par seconde	LITRES par minute	MÈTRES CUBES par heure	LITRES par minute	LITRES par seconde	MÈTRES CUBES par heure	MÈTRES CUBES par heure	LITRES par minute	LITRES par seconde
1	60	3.600	1	0.016	0.060	1	16.66	0.277
2	120	7.200	2	0.033	0.120	2	33.33	0.555
3	180	10.800	3	0.050	0.180	3	50.00	0.833
4	240	14.400	4	0.066	0.240	4	66.66	1.111
5	300	18.000	5	0.083	0.300	5	83.33	1.388
6	360	21.600	6	0.100	0.360	6	100.00	1.666
7	420	25.200	7	0.116	0.420	7	116.66	1.944
8	480	28.800	8	0.133	0.480	8	133.33	2.222
9	540	32.400	9	0.150	0.540	9	150.00	2.500

POIDS ET MESURES

Tableau des mesures métriques légales de France.

(Lois du 18 germinal an III et du 4 juillet 1837.)

Noms systématiques	Valeur	Expression numérique	Symbole ou abréviations
<i>Mesures de longueur</i>			
Myriamètre ...	10.000 mètres.	10.000 m	"
Kilomètre.....	1.000 mètres.	1.000	km
Hectomètre ...	100 mètres.	100	"
Décamètre	10 mètres.	10	"
Mètre	<i>Unité fondamentale des poids et mesures. Dix-millionième partie du quart du méridien terrestre.</i>	1	m
Décimètre.....	Dixième du mètre.	0,1	dm
Centimètre....	Centième du mètre.	0,01	cm
Millimètre	Millième du mètre.	0,001	mm
Micron	Millième du millimètre.	0,000001	μ
<i>Mesures agraires</i>			
Hectare.....	100 ares ou 10.000 mètres carrés.	10.000 m ²	ha
Are.....	100 mètres carrés, carré de 10 mètres de côté.	100	a
Centiare.....	Centième de l'are, ou mètre carré.	1	"
<i>Mesures de capacité pour les liquides et les matières sèches</i>			
Kilolitre.....	1.000 litres.	1.000 dm ³	"
Hectolitre.....	100 litres.	100	hl
Décalitre.....	10 litres.	10	dal
Litre.....	Décimètre cube.	1	l
Déclitre.....	Dixième du litre.	0,1	dl
<i>Mesures de solidité</i>			
Décastère.....	10 stères.	10 m ³	"
Stere.....	Mètre cube.	1	s
Décistère.....	Dixième du stère.	0,1	"
<i>Poids</i>			
Millier.....	1.000 kilogrammes, poids du mètre cube d'eau et du tonneau de mer.	1.000 kg	t
Quintal.....	100 kilogrammes, quintal métrique.	100	q
Kilogramme ..	1.000 grammes, Poids dans le vide d'un décimètre cube d'eau distillée à la température de 4 degrés centigrades (1).	1	kg
Hectogramme..	100 grammes.	0,1	"
Déagramme ..	10 grammes.	0,01	"
Gramme.....	Poids d'un centimètre cube d'eau à 4 degrés centigrades.	0,001	g
Déigramme ..	Dixième du gramme.	0,0001	dg
Centigramme..	Centième du gramme.	0,00001	cg
Milligramme..	Millième du gramme.	0,000001	mg

(1) L'étalon prototype en platine, déposé aux Archives, le 4 messidor an VII, donne, dans le vide, le poids légal du kilogramme.

Mesures spéciales usitées dans la marine.

Mesures de longueur.

Mille géographique de 15 au degré de l'équateur.....	7.420
Lieue de 18 au degré du méridien.....	6.173
Lieue de 25 au degré du méridien.....	4.445
Lieue marine ou géographique de 20 au degré.....	5.556
Mille marin de 60 au degré, ou arc du méridien d'une minute, ou tiers de lieue marine.....	1.852
Brasse, 5 pieds.....	1 ^m ,624
Encâblure nouvelle.....	200 ^m ,000
Encâblure ancienne, 100 toises.....	194 ^m ,904.
Nœud (mesure de vitesse).....	1.852 mètres ou 1 mille à l'heure ou 0 ^m ,5144 par seconde.

Mesures topographiques.

	Kilomètres carrés.
Lieue marine carrée de 20 au degré.....	30.8642
Mille marin carré de 60 au degré.....	3.4293
Mille anglais carré.....	2.5899
Kilomètre carré.....	} 0,03240 lieue marine carrée. } 0,29157 mille marin carré. } 0,38612 mille anglais carré.

Mesures de volume.

Tonneau de jauge..... 2,83 mètres cubes.

Mesures spéciales d'un usage général pour certaines substances.

Carat. — Les diamants, pierres précieuses et perles sont évalués par *carats*. Le carat vaut :

En France.....	g.	0,2059
En Angleterre et en Allemagne. —		0,2055
En Hollande.....	—	0,205894
Au Brésil.....	—	0,1922

Il y a lieu de distinguer le *carat poids* et le *carat titre*. Ce dernier représente le 24^e d'une unité d'or : ainsi l'or à 23 carats contient 23 parties d'or fin et 1 partie d'alliage.

Once. — Pour l'or et l'argent, on compte par *onces* (oz) de g. 31,103496 *deniers* (dwt) de 4^{re},55 et *grains* (grn) de 0^{re},0647.

Baril. — Le pétrole est compté officiellement, en Amérique, par *barils* de 42 gallons (159 litres). Pratiquement, il arrive dans des barils de 50 à 52 gallons.

Bouteille. — Le mercure est généralement évalué en *bouteilles* (bottles, flasks, frascos) de kg. 34,65.

Mesures anglaises.

Abréviations usuelles	Noms systématiques	Valeurs relatives	Valeurs ou mesures françaises
<i>Mesures de longueur</i>			Mètres.
In.	Inch ou pouce.....	12 In	0,02540
Ft.	Foot ou pied.....	3 Ft.....	0,30479
Yd.	YARD.....	2 Yds.....	0,91438
Fih.	Fathom (brasse).....	5,5 Yds.....	1,82877
"	Pole ou perch.....	220 Yds.....	5,02911
"	Furlong.....	1760 Yds.....	201,16437
Mi.	Mile (Statute mile).....	3,454 mi.....	1,609,3149
"	Lieue marine.....		5,558
<i>Mesures de superficie</i>			Mètres carrés.
"	Square inch ou pouce carré.....	144 pouces carrés.....	0,000645
"	Square foot ou pied carré.....	9 pieds carrés.....	0,0929
"	YARD CARRE.....		0,8361
"	Pole carré.....	30 1/4 yards carrés..	Ares. 0,2530
"	Rood.....	1210 yards carrés.....	10,1168
"	Acre.....	4840 yards carrés.....	Hectare. 0,4047
<i>Mesures de capacité</i>			Litres.
"	Gill.....	4 Gills.....	0,1120
Pt.	Pint.....	2 Pts.....	0,5679
Qt.	Quart.....	4 Qts.....	1,1359
Gal.	GALLON.....	2 Gals.....	4,5435
Pek.	Peck.....	4 Peks.....	9,0869
Bu.	Bushel.....	3 Bus.....	36,3477
"	Sack.....	8 Bus.....	100,0430
"	Quarter.....	12 Sacks.....	290,7813
"	Chaldron.....		1,208,5160
<i>Mesures de solidité</i>			Mètres cubes.
"	Cubic inch, pouce cube.....	1728 pouces cubes...	0,000016
"	Cubic foot, pied cube.....	27 pieds cubes.....	0,028315
"	CUBIC YARD.....	40 pieds cubes.....	0,764513
"	Tonneau de mer.....	50 pieds cubes.....	1,132
"	Load (last de bois).....	216 pieds cubes.....	1,415
"	Cubic fathom.....		6,116
<i>Poids</i>			
1 ^o Mesures dites <i>Troy Weight</i> (non usitées, sauf pour les métaux précieux et la pharmacie).			Grammes.
"	Grain.....	24 Grains.....	0,055
"	Penny weight.....	20 Pennyweights.....	1,555
"	Ounce.....	12 Ounces.....	31,103
"	TROY POUND.....		373,242
2 ^o Mesures dites <i>Avoir du poids Weight</i> (mesures usuelles).			Grammes.
Dr.	Dram.....	16 Dr.....	1,772
Oz.	Ounce.....	16 Oz.....	28,350
Lb.	AVOIR DU POIDS POUND.....	14 Lb.....	453,593
St.	Stone.....	2 St.....	6,350,297
Qr.	Quarter.....	4 Qr.....	12,700,594
Cwt.	Hundred weight.....	20 Cwt.....	50,802,377
Ton.	Ton.....		1,016,047,541

Principales mesures des pays étrangers

Pays	Noms	Valeur
Mesures de longueur.		
		centimètres
Belgique	<i>mètre</i>	100,000
Hollande	<i>el</i>	100,000
	<i>pieds anglais</i>	30,476
	<i>sagène, 7 pieds (toise)</i>	213,356
Russie	<i>archinne, 1/3 de sagène</i>	71,119
	<i>verchoc, 1/16 d'archinne</i>	4,445
	<i>toise, 6 pieds</i>	180,00
	<i>pied, unité</i>	30,00
Suisse	<i>pouce, 1/10 de pied</i>	3,00
	<i>ligne, 1/10 de pouce</i>	0,30
	<i>trait, 1/10 de ligne</i>	0,03
	<i>archinne</i>	75,774
Turquie	<i>pouce, 1/24 d'archinne</i>	3,157
	<i>endazé ou pic pour les étoffes</i>	68,00
Autriche	<i>pied</i>	31,61
Prusse	<i>pied</i>	31,38
Mesures itinéraires.		
		kilomètres
Belgique	<i>mille métrique</i>	1,000
Hollande	<i>mijl</i>	1,000
Italie	<i>mille métrique</i>	1,000
Russie	<i>werst, 500 sagènes</i>	1,067
Suisse	<i>lieue, 16.000 pieds</i>	4,800
Espagne	<i>mille marin</i>	6,365
Allemagne	<i>mille de 2.000 perches de 10 pieds</i>	7,532
Danemark	<i>mille de 2.250 perches de 16 pieds</i>	10,688
Suède	<i>mille</i>	7,586
Autriche	<i>mille</i>	7,586
Mesures de poids.		
		grammes
Allemagne	<i>Marc</i>	233,855
Autriche	<i>Livre</i>	560,012
Danemark	<i>Marc</i>	235,389
Espagne	<i>Livre</i>	460,09
	<i>Livre de 10 onces ou 100 agros</i>	1000,000
	<i>Wigte ou esterting</i>	1,000
Hollande	<i>Livre de 9216 doli</i>	409,512
Russie	<i>Livre</i>	525,082
Suède	<i>Livre de 16 onces</i>	500,000
Suisse	<i>Livre de 16 onces</i>	500,000

Poids et diamètre des monnaies.

Le franc pèse 5 grammes, 100 francs en monnaie d'argent pèsent 500 grammes. Les pièces en argent sont de : 5, 2, 1 francs, 0 fr. 50, 0 fr. 20, et ont pour diamètre : 37, 27, 23, 18, 15 millimètres.

Les pièces en bronze sont de : 10, 5, 2, 1 centimes, pèsent : 10, 5, 2, 1 grammes, et ont pour diamètre : 30, 25, 20, 15 millimètres.

Les pièces en or sont de : 10, 50, 20, 10, 5 francs, pèsent : 32,26, 16,13, 6,452, 3,226, 1,613 grammes, et ont pour diamètre : 35, 28, 21, 19, 17 millimètres.

Les pièces de 5 francs en argent et les pièces d'or sont au titre de 900 millièmes de métal précieux.

Les pièces divisionnaires en argent (2 francs, 1 franc, 50 centimes et 20 centimes, contiennent 835 millièmes d'argent pur.

Enfin les pièces en bronze contiennent 95 parties de cuivre, 4 d'étain et 1 de zinc.

Monnaies usuelles des pays étrangers.

Aigle, or, États-Unis	= 51 ^l ,82	Milreis, or (Portugal),	
Carolin (Suède)	= 10 ^l	1.000 reis	= 5 ^l ,60
Christian (Danemark)	= 24 ^l ,90	Para (Turquie)	= 0 ^l ,006
Doblon (Espagne)	= 25 ^l ,95	Penny (Angleterre)	= 0 ^l ,105
bolлар (100 cents)	= 5 ^l ,48	Peseta (Espagne)	= 4 ^l ,05
Drachme (Grèce)	= 4 ^l ,00	Piastre du Chili	= 4 ^l ,72
Ducat allemand	= 41 ^l ,83	Piastre de l'Amérique du Sud	= 5 ^l ,00
Duro (Espagne)	= 5 ^l ,19	Pfennig (cuivre allemand)	= 0 ^l ,01
Florin d'Autriche (100 kreutzers)	= 2 ^l ,47	Piastre de Turquie	= 0 ^l ,22
Frédéric (de Prusse)	= 20 ^l ,78	Piastre d'Égypte	= 0 ^l ,25
Gros (Silbergroschen), 1/30 de thaler	= 0 ^l ,125	Piastre de Tunis	= 0 ^l ,61
Golden allemand	= 2 ^l ,12	Real d'Espagne (monnaie de compte)	= 0 ^l ,26
Kopeck russe (1/100 de rouble)	= 0 ^l ,04	Rei du Brésil	= 0 ^l ,003
Kreutzer allemand	= 0 ^l ,03	Rei du Portugal	= 0 ^l ,006
Livre sterling (Angleterre)	= 25 ^l	Rigsdaler (Danemark)	= 2 ^l ,81
Mark allemand	= 4 ^l ,25	Rixdaler de Hollande	= 5 ^l ,25
Medjidieh (Turquie) (100 piastres)	= 22 ^l ,80	Rouble russe	= 3 ^l ,93
Milreis (Brésil), 1.000 reis	= 2 ^l ,50	Roupie des Indes	= 2 ^l ,38
		Shilling (Angleterre)	= 4 ^l ,25
		Specie daler (Norwège)	= 5 ^l ,54
		Thaler allemand	= 3 ^l ,70

Anciennes mesures françaises.

L'unité de longueur était la *toise*, qui valait 6 *pieds*; le pied, 12 *pouces*; le pouce valait 12 *lignes*, et la ligne, 12 *points*.

Mesures de longueur.

Toise	1 ^m ,94904
Pied, 1/6 de toise	0 ^m ,32484
Pouce, 1/12 de pied	0 ^m ,02707
Ligne, 1/12 de pouce	0 ^m ,00226

Inversement.

1 mètre vaut..... 0,513074 toise.
1 mètre vaut : 3 pieds et 41,296 lig.

Mesures de superficie.

Toise carrée..... 3^m,7980
Pied carré..... 7^m,1055

Mesures agraires.

MESURES AGRAIRES	côté du carré corres- pondant	VALEUR EN		
		Pieds carrés	Toises carrées	Mètres carrés
Perche des eaux et forêts....	22 pieds	484	13,44	51,07
Arpent des eaux et forêts....	220 pieds	48400	1344,44	5107,20
Perche de Paris.....	18 pieds	324	9,00	34,19
Arpent de Paris.....	180 pieds	32400	900,00	3418,87
Are.....	10 mètres	947,7	26,32	100,00
Hectare.....	100 mètres	94768,2	2632,45	10000,00

DENSITÉS ET POIDS

Densités des gaz par rapport à l'air.

Air.....	1,00	Cyanogène.....	1,81
Hydrogène.....	0,069	Ammoniaque.....	0,60
Oxygène.....	1,11	Protoxyde d'azote.....	1,614
Azote.....	0,97	Bioxyde d'azote.....	1,04
Chlore.....	2,47	Oxyde de carbone.....	0,97
Gaz des marais, CH ⁴	0,56	Acide carbonique.....	1,53
Gaz d'éclairage.....	0,399	Acide sulfureux.....	2,27
Hydrogène bicarboné, C ² H ⁴	0,98	Acide sulfhydrique.....	1,19

Densités des vapeurs par rapport à l'air.

Eau.....	0,624	Chlorhydrate d'ammoniaque.....	0,93
Alcool.....	1,601	Brome.....	5,54
Ether.....	2,57	Iode.....	8,72
Ether acétique.....	3,07	Soufre.....	2,21
Esprit-de-bois.....	1,12	Phosphore.....	4,42
Acide cyanhydrique.....	0,95	Mercure.....	6,98

*Poids du litre d'air à Paris, à 0° et à la pression de 760 milli-
mètres de mercure.....* 1^{er},293

Densités des liquides par rapport à l'eau prise à 4°.

Mercure.....	13,6	Alcool absolu.....	0,795
Brome.....	3,18	Ether.....	0,73
Acide sulfurique monohydraté.....	1,84	Esprit-de-bois.....	0,798
Acide azotique fumant.....	1,52	Acide acétique.....	1,06
Acide azotique (Az ² O ⁵ ,4H ² O).....	1,42	Eau de la mer.....	1,026
Ac. chlorhydrique (HCl,3H ² O).....	1,21	Lait.....	1,03
Sulfure de carbone.....	1,26	Vin.....	0,99
Benzine.....	0,89	Huile d'olive.....	0,915
Essence de térébenthine.....	0,86	Glycérine.....	1,264

Densités des solides.

Métaux.

Aluminium.....	2,75
Argent.....	10,53
Cuivre.....	8,92
Étain.....	7,29
Fer.....	7,86
Nickel.....	8,7
Or.....	19,32
Platine.....	21,50
Plomb.....	11,37
Zinc.....	7,50

Alliages.

Acier.....	7,8
Bronze.....	8,4 à 9,2
Bronze d'aluminium.....	7,7
Ferro-nickel.....	8,4
Fonte blanche.....	7,4 à 7,8
Fonte grise.....	6,7 à 7,1
Laiton.....	7,3 à 8,4
Maillechort.....	8,3 à 8,6

Substances diverses.

Glace à 0°.....	0,918
Acide sulfurique anhydre.....	1,97
Chaux, CaO.....	3,15
Chlorure de potassium.....	1,98
Chlorure de sodium.....	2,40
Acide arsénieux.....	3,7
Sel ammoniac.....	1,52
Azotate de potasse.....	2,09
Azotate de soude.....	2,24
Peroxyde de fer.....	5,12
Oxyde de zinc.....	5,6
Litharge.....	9,25
Minium.....	9,07
Céruse.....	6,97
Oxyde rouge de mercure.....	11,14
Quartz.....	2,65
Soufre.....	2,00
Charbon de cornue.....	1,88
Granite, porphyre, trachyte.....	2,6 à 2,8
Grès.....	2,55 à 2,65
Anthracite.....	1,4
Houille.....	1,3
Asphalte.....	1,06
Naphte liquide.....	0,70 à 0,84
Albâtre et marbres.....	2,7
Calcaires compacts.....	2,7

Gypse en poudre.....	2,27
Verre (moyenne).....	2,5
Cristal.....	3,33
Kaolin.....	2,26
Porcelaine.....	2,5
Ardoise.....	2,9
Diamant.....	3,5
Charbon de bois en poudre.....	1,5
Charbon de chêne (morceaux).....	0,42
Charbon de peuplier.....	0,24
Poudre à canon.....	2,08
Caoutchouc, gutta-percha.....	0,98
Gomme.....	1,3
Amidon, fécule.....	1,5
Graisse, beurre.....	0,94
Cire.....	0,96
Corps humain (moyenne).....	1,07

Bois.

Acajou.....	560 à 850
Acacia.....	780 à 820
Aune.....	460 à 550
Bouleau.....	520 à 730
Buis de France.....	910
Buis de Hollande.....	1.320
Cèdre du Liban, sec.....	490
Charme.....	759 à 900
Châtaignier.....	550 à 740
Chêne de démolition.....	730
Chêne blanc.....	610
Cœur de chêne (60 ans).....	1.170
Chêne vert.....	983
Cormier.....	819
Ebène.....	1.120 à 1.200
Erable.....	560 à 840
Frêne.....	840
Gaïac.....	1.339
Hêtre.....	800
Hêtre (un an de coupe).....	660
Mélèze.....	540 à 600
Orme.....	540 à 630
Peuplier.....	390
Pin rouge.....	660
Pin du Nord.....	740
Platane.....	650
Poirier.....	700 à 840
Pommier.....	730 à 800
Sapin.....	450
Teak.....	860
Liège.....	240

**Poids des matériaux de construction en kilogrammes
par mètre cube.**

<i>Matériaux d'origine minérale.</i>		Le mètre cube.			
	kil.	kil.			
Terre végétale....	1.214	à 1.285			
Terre forte grave- leuse.....	1.357	1.428			
Argile et glaise....	1.656	1.756			
Marne.....	1.570	1.640			
Sable fin et sec....	1.399	1.428			
— humide.....	1.900	"			
— fossile et argi- leux.....	1.713	1.799			
— de rivière hu- mide.....	1.771	1.856			
Gravier caillouté...	1.371	1.485			
Ciment de terre cuite.	1.171	1.228			
Chaux vive sortant du four.....	800	857			
Chaux éteinte en pâte ferme.....	1.328	1.428			
Mortier de chaux et de sable.....	1.856	2.142			
Mortier de ciment...	1.656	1.713			
— de mâchefer.	1.128	1.215			
Brique de Bourgogne	1.550	"			
— de Sarcelles..	1.460	"			
Craie.....	1.214	1.285			
Pierre à plâtre crue.	2.200	2.650			
— de liais.....	2.250	2.450			
— meulière....	2.483	"			
— ponce.....	914	"			
Grès dur.....	2.600	moy.			
Granit.....	2.630	2.750			
Marbre noir.....	2.823	"			
— blanc.....	2.726	"			
Plâtre cuit battu...	1.199	1.228			
— tamisé.....	1.242	1.257			
Plâtre gâché humide.	1.571	1.599			
— gâché sec...	1.399	1.414			
Maçonnerie fraîche en pierre de taille.	2.400	2.700			
Maçonnerie fraîche					
— en moellon.....	2.240	"			
— en brique.....	2.170	2.370			
— en cailloux.....	2.300	2.400			
Cailloux.....	2.600	"			
Béton de cailloux...	2.485	"			
— de meulière..	2.700	"			
Carreaux de plâtras et plâtre de 0 ^m ,50 sur 0 ^m ,33 et de			LE CARREAU		
0 ^m ,04 d'épaisseur.	15	15	Humide: sec.		
— 0 ^m ,08 <i>Id.</i>	18	17			
— 0 ^m ,09 <i>Id.</i>	21	20			
— 0 ^m ,11 <i>Id.</i>	23	22			
			Le mille.		
Ardoise carrée forte..	450	à 470			
— fine.....	360	380			
— cartelette....	220	230			
<i>Matériaux en terre cuite.</i>					
Brique de Bourgogne.	Le mille.				
226 × 108 × 54.	2.410	à 2.480			
— de Montereau 217 × 108 × 50.....	2.080	2.140			
Brique de Sarcelles, 021 × 88 × 47...	1.800	1.840			
Tuiles de Bourgogne, grand moule, 298 × 244 × 14.....	2.230	2.250			
— de Bourgogne, pe- tit moule, 44 × 162 × 14.....	1.500	1.620			
— de Sarcelles, 257 × 162 × 18.....	1.120	1.160			
Carreaux de 0,162 à six pans, de Bour- gogne.....	840	"			
— de Sarcelles....	740	"			

Table du poids d'un mètre carré de feuille de tôle en fer laminé, cuivre rouge, plomb, zinc, étain et argent.

Épaisseur des feuilles	TÔLE	CUIVRE rouge	PLOMB	ZINC	ÉTAÏN	ARGENT
millim.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
1/4	1,947	2,197	2,838	1,715	1,825	2,652
1/2	3,894	4,394	5,676	3,430	3,650	5,305
1	7,788	8,788	11,352	6,861	7,300	10,610
2	15,576	17,576	22,704	13,722	14,600	21,220
3	23,364	26,364	34,056	20,583	21,900	31,830
4	31,154	35,152	45,408	27,444	29,200	42,440
5	38,940	43,940	56,760	34,305	36,500	53,050
6	46,728	52,728	68,112	41,166	43,800	63,660
7	54,516	61,516	79,464	48,027	51,100	74,270
8	62,304	70,304	90,816	54,888	58,400	84,880
9	70,092	79,092	102,168	61,749	65,700	95,490
10	77,880	87,880	113,520	68,610	73,000	106,100
11	85,668	96,668	124,872	75,471	80,300	116,710
12	93,456	105,456	136,224	82,332	87,600	127,320
13	101,244	114,244	147,576	89,193	94,900	137,930
14	109,032	123,032	158,928	96,054	102,200	148,540
15	116,820	131,820	170,280	102,915	109,500	159,150
16	124,608	140,608	181,632	109,776	116,800	169,760
17	132,396	149,396	192,984	116,637	124,100	180,370
18	140,184	158,184	204,336	123,498	131,400	190,980
19	147,972	166,972	215,688	130,359	138,700	201,590
20	155,760	175,760	227,040	137,220	146,000	212,200

Numéros et poids des feuilles de zinc laminé.

NUMÉROS	ÉPAISSEUR en millim.	POIDS au mèt. carr.	NUMÉROS	ÉPAISSEUR en millim.	POIDS au mèt. carr.
	millim.	kilogr.		millim.	kilogr.
10	0,50	3,50	18	1,34	9,38
11	0,58	4,06	19	1,47	10,29
12	0,66	4,62	20	1,60	11,20
13	0,74	5,18	21	1,78	12,46
14	0,82	5,74	22	1,96	13,72
15	0,95	6,65	23	2,14	14,98
16	1,08	7,56	24	2,32	16,24
17	1,21	8,47	25	2,50	17,50

Les feuilles se vendent par longueurs de 2 mètres et par largeurs de 0^m,50, 0^m,65, 0^m,80 et 1 mètre.

**Poids des fers carrés, ronds, depuis 1 millimètre jusqu'à
105 millimètres de grosseur pour 1 mètre de longueur.**

DIMEN- SIONS	FERS carrés	FERS ronds	DIMEN- SIONS	FERS carrés	FERS ronds	DIMEN- SIONS	FERS carrés	FERS ronds
mill.	kil. gr.	kil. gr.	mil.	kil. gr.	kil. gr.	mil.	kil. gr.	kil. gr.
1	0 008	0 006	36	10 093	7 930	71	39 259	30 846
2	0 031	0 024	37	10 662	8 377	72	40 373	31 721
3	0 070	0 055	38	11 246	8 836	73	41 502	32 548
4	0 125	0 098	39	11 806	9 307	74	42 647	33 508
5	0 195	0 158	40	12 461	9 791	75	43 806	34 119
6	0 280	0 220	41	13 092	10 280	76	44 983	35 343
7	0 382	0 300	42	13 738	10 794	77	46 176	36 280
8	0 498	0 392	43	14 400	11 314	78	47 382	37 228
9	0 631	0 496	44	15 078	11 846	79	48 605	38 189
10	0 779	0 612	45	15 771	12 391	80	49 843	39 162
11	0 942	0 740	46	16 479	12 948	81	51 097	40 147
12	1 121	0 881	47	17 204	13 517	82	52 367	41 144
13	1 316	1 034	48	17 944	14 098	83	53 632	42 154
14	1 526	1 199	49	18 699	14 692	84	54 952	43 176
15	1 752	1 377	50	19 470	15 296	85	56 208	44 210
16	1 994	1 566	51	20 257	15 916	86	57 600	45 256
17	2 251	1 768	52	21 059	16 546	87	58 947	46 315
18	2 523	1 983	53	21 877	17 183	88	60 310	47 386
19	2 811	2 209	54	22 710	17 843	89	61 689	48 469
20	3 115	2 448	55	23 559	18 510	90	63 088	49 563
21	3 435	2 698	56	24 423	19 189	91	64 486	50 671
22	3 769	2 962	57	25 303	19 881	92	65 918	51 791
23	4 120	3 237	58	26 199	20 584	93	67 358	52 923
24	4 486	3 525	59	27 110	21 300	94	68 815	54 067
25	4 868	3 824	60	28 036	22 028	95	70 287	55 224
26	5 265	4 136	61	28 979	22 769	96	71 774	56 393
27	5 677	4 461	62	29 937	23 521	97	73 262	57 574
28	6 106	4 797	63	30 911	24 286	98	74 776	58 644
29	6 550	5 146	64	31 900	25 063	99	76 330	59 972
30	7 009	5 507	65	32 884	25 853	100	77 880	61 190
31	7 484	5 880	66	33 925	26 654	101	79 445	62 420
32	7 975	6 266	67	34 960	27 468	102	81 026	63 662
33	8 481	6 664	68	36 012	28 294	103	82 623	64 916
34	9 003	7 074	69	37 079	29 133	104	84 235	66 133
35	9 540	7 496	70	38 161	29 983	105	85 863	67 462

TABLES DIVERSES.

Météorologie.

Hauteur moyenne de la colonne barométrique aux diverses altitudes.

Altitude.	Hauteur baromètr.	Altitude.	Hauteur baromètr.
0 mètre	762 millimètres	1.147 mètres	660 millimètres
21 mètres	760	1.269	650
127	750	1.393	640
234	740	1.519	630
342	730	1.647	620
453	720	1.777	610
564	710	1.909	600
678	700	2.043	590
793	690	2.180	580
909	680	2.318	570
1.027	670	2.400	560

Températures.

Température moyenne de Paris, 10°,7.

La plus basse température connue à Paris a été de — 23°,5 le 25 janvier 1795.

A 0^m,30, de profondeur dans le sol, les oscillations de température se font peu sentir et, à 1 mètre, elles sont insensibles.

Thermomètre Réaumur : le 0° correspond au 0° du centigrade, et le 80° correspond à 100° centigrades; les nombres de degrés sont donc dans le rapport de 4 à 5.

Thermomètre Fahrenheit : le 32° correspond au 0° du centigrade, et le 212° à 100° centigrades; en retranchant 32 d'un nombre de degrés Fahrenheit, le nombre restant sera au nombre correspondant de degrés centigrades dans le rapport de 9 à 5.

Vitesses du son et de la lumière.

Vitesse du son à la seconde : 337 mètres dans l'air, 1.435 mètres dans l'eau, 3.500 mètres dans la fonte.

Vitesse de la lumière à la seconde : 300.000 kilomètres.

Pression des vents par mètre carré.

A la seconde par m. carré.

Vent frais convenable pour les moulins, vitesse.	7 ^m	6 ^k
Vent très fort.....	15 ^m	30 ^k
Tempête.....	24 ^m	78 ^k
Grand ouragan.....	45 ^m	275 ^k

Neige.

Une hauteur de neige est l'équivalent en poids d'une hauteur d'eau 10 fois moindre. — Pour 0^m,25 de neige, c'est donc une surcharge de 25 kilogrammes par mètre carré pour les couvertures.

Points de fusion.

Acier	1400°	Cuivre.....	1093°
Alcool absolu.....	—90°	Étain.....	226°
<i>Alliages :</i>			
1 plomb, 1 étain.....	241°	Fer doux.....	1500°
1 plomb, 3 étain	186°	Fonte de fer.....	1050 à 1200°
1 plomb, 5 étain	194°	Huile d'olive.....	2° ⁵
2 plomb, 9 étain, 1 zinc.....	168°	Huile de palme.....	29°
<i>Alliage de Darcet :</i>			
5 plomb, 3 étain, 8 bismuth.	94°	Iode.....	113° ⁵
Aluminium	625°	Mercure	—38° ⁵
Antimoine	440°	Or.....	1035°
Argent.....	1040°	Phosphore.....	44°
Arsenic.....	410°	Platine.....	1775°
Beurre	30°	Plomb	335°
Bismuth.....	265°	Soufre.....	114°
Bronze.....	900°	Stéarine.....	61°
Camphre.....	195°	Sucre de canne.....	160°
Cire blanche.....	68°	Suif.....	33°
		Zinc.....	412°

Points d'ébullition.

Acide acétique.....	120°	Essence de thérébentine...	157°
— azotique ordinaire...	86°	Ether sulfurique.....	35° ⁵
— carbonique.....	—78°	Huile de lin.....	387°
— chlorhydrique.....	110°	Iode	200°
— sulfureux.....	—10°	Mercure	357° ²
— sulfurique (monohyd.)	338°	Nitrobenzine	213°
Alcool.....	78°	Pétrole.....	106°
Benzine.....	80° ⁴	Phosphore.....	290°
Brome.....	63°	Potasse caustique.....	175°
Camphre.....	215°	Soufre.....	448° ³
Sel marin saturé.....	108°	Sulfure de carbone.....	48°
Créosote.....	203°	Zinc.....	929°
Eau de mer.....	103° ⁷		

Coefficients de dilatation linéaire.

Acier	0,000011	Fonte.....	0,000011
Argent.....	0,000020	Granite.....	0,000008
Bois de sapin.....	0,000005	Gypse.....	0,000014
Briques	0,000005	Pierre calcaire à bâtir...	0,000005
Charbon de bois.....	0,000011	Plomb	0,000029
Ciment romain.....	0,000014	Terre cuite.....	0,000005
Cuivre jaune.....	0,000019	Verre.....	0,000009
Fer.....	0,000012	Zinc	0,000030
Fil de fer.....	0,000014		

EXTRAIT DU CATALOGUE

DE LA

LIBRAIRIE V^{VE} CH. DUNOD

ÉDITEUR

Quai des Grands-Augustins, 49, Paris (VI^e)

Le Catalogue complet est envoyé gratuitement sur demande.

La Librairie DUNOD fournit tous les livres français et étrangers. Elle envoie gratuitement la Bibliographie mensuelle des Sciences et de l'Industrie à tous ses clients.

DIVISION DE L'EXTRAIT DU CATALOGUE.

1 ^o Electricité, télégraphie, téléphonie.....	XXXIII
2 ^o Mécanique et machines.....	XXXVI
3 ^o Chimie et industries chimiques.....	XI
4 ^o Travaux publics, constructions civiles et architecture.....	XLVI
5 ^o Géologie, minéralogie, mines et métallurgie.....	LVI
6 ^o Administration et législation.....	LX

1^o ÉLECTRICITÉ, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE.

Agenda Dunod : *Electricité*..... 2 fr. 50

L'Electricité à l'Exposition de 1900.

- Fascicule 1. — *Organisation et services généraux de l'Exposition*
— 2. — *Production de l'énergie électrique ;*
— 3. — *Générateurs d'énergie électrique ;*
— 4. — *Transformation de l'énergie électrique ;*
— 5. — *Canalisation et appareillage ;*
— 6. — *Distribution et transmission de l'énergie électrique*
— 7. — *Moteurs électriques et leurs applications ;*
— 8. — *Traction électrique ;*
— 9. — *Téléphonie et télégraphie ;*
— 10. — *Eclairage électrique ;*
— 11. — *Electrothermie ;*
— 12. — *Electrochimie et électrometallurgie ;*
— 13. — *Instruments de mesure électrique ;*
— 14. — *Compteurs électriques ;*
— 15. — *Applications diverses.*

Pris de la collection entière, trois forts volumes in-4^o formant ensemble 1.527 pages, avec 1.696 figures et 12 planches hors texte : 50 francs.

L'Électricien. Revue internationale hebdomadaire de l'électricité et de ses applications. Prix des abonnements annuels partant du 1^{er} de chaque mois : France, 20 fr. ; étranger..... 25 fr.

Électricité. Première partie. Théorie et production : Étude générale des phénomènes électriques. Piles. Magnétisme. Courants alternatifs. Machines à courants alternatifs et à courant continu. Transformateurs. Accumulateurs. Mesures, par Ed. DACREMONT, conducteur des Ponts et Chaussées. In-8° avec nombreuses figures (Ouvrage couronné par la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale)..... 12 fr.

Deuxième partie. Applications industrielles : canalisation et distribution de l'électricité, éclairage électrique, transport électrique de l'énergie, traction électrique, électrochimie, télégraphie, téléphonie, projet de distribution d'énergie électrique, par Ed. DACREMONT, conducteur des Ponts et Chaussées. In-8° avec nombreuses figures (Ouvrage couronné par la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale.)..... 12 fr.

Électrotechnique appliquée. Cours professé à l'Institut électrotechnique de Nancy, par A. MAUDUIT, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur électricien. Préface de A. BLONDEL, ingénieur des Ponts et Chaussées, professeur d'électricité. In-8° 16 × 25 de 860 pages, avec 557 figures. Broché, 25 fr. ; cart..... 26 fr. 50

L'Électricité à la portée de tout le monde, par Georges CLAUDE, ingénieur. 1 fort vol. grand in-8°, broché 6 fr., relié..... 8 fr.

L'Électricité industrielle mise à la portée de l'ouvrier. Manuel pratique à l'usage des monteurs électriciens, mécaniciens, élèves des écoles professionnelles, etc., par E. ROSEBERG. Traduit de l'allemand par A. MAUDUIT, professeur à l'Institut électrotechnique de Nancy. In-8° de 435 pages avec 284 fig. Br., 8 fr. 50 ; cart..... 10 fr.

Principes d'électrotechnie, par Emile PIÉRARD, professeur d'Électricité industrielle à l'Université libre de Bruxelles, grand in-8° de 440 pages, avec 297 figures..... 10 fr.

Manipulations et études électrotechniques. Manuel pratique à l'usage des ingénieurs-électriciens et des élèves des Ecoles techniques, par L. BARRILLON, ingénieur-électricien, professeur et sous-directeur de l'Institut électrotechnique de Grenoble. In-8° 16 × 26 de 304 pages, avec 162 figures. Broché, 12 fr. 50 ; cart..... 14 fr.

La technique des courants alternatifs, à l'usage des électriciens, contre maîtres, monteurs, etc., par G. SARTOAT, ingénieur, professeur d'électrotechnique à l'Institut royal technique supérieur de Milan, traduit de l'italien par J.-A. MONTPELLIEN, rédacteur en chef de *l'Électricien*. Tome premier : Exposé élémentaire et pratique des phénomènes du courant alternatif. In-8° 17 × 25 de x-472 pages avec 260 fig. Br., 15 fr. ; cart..... 16 fr. 50

Théorie et calcul des phénomènes du courant alternatif, par Ch.-Pr. STEINMETZ. Traduit sur la 3^e édition américaine, revue et augmentée, par Henri MOUZET, ingénieur des Arts et Manufactures. Grand in-8° de xx-526 p., avec 210 fig. Br., 20 fr. ; cart..... 21 fr. 50

- Le courant alternatif**, par R. SWYNGEDAUX, professeur-adjoint, chargé de l'enseignement électrotechnique à l'Université de Lille. In-8° 16 × 26 de XVI-174 pages avec 62 figures et 3 planches..... 5 fr.
- Les Dynamos**. Principes, description, installation, conduite, entretien, dérangements, par J.-A. MONTPELLIER, rédacteur en chef de *l'Electricien*. Grand in-8° avec 305 figures, cartonné..... 16 fr.
- Les accumulateurs électriques. Théorie et technique.** — *Descriptions.* — *Applications*, par L. JUMAU, ingénieur-électricien. In-8° 16 × 25 de 940 pages avec 594 figures..... 27 fr. 50
- Traité pratique du transport de l'énergie par l'électricité**, par Louis BELL, ingénieur-électricien, traduit sur la troisième édition américaine, revue et augmentée, par A. LEHMANN, ingénieur des Arts et Manufactures. In-8° 16 × 25 de 735 p. avec nombreuses figures et planches. Br., 25 fr.; cart. 26 fr. 50
- Les maladies des machines électriques.** Défauts et accidents qui peuvent se produire dans les génératrices, moteurs et transformateurs à courants continus et à courants alternatifs, par E. SCHULZ. Traduit de l'allemand par HALPHEN, ingénieur-électricien. In-16 de 92 pages, avec 42 fig. Cartonné..... 2 fr. 50
- Leçons sur les méthodes de mesures industrielles des courants continus**, par M. L. MARCHIS, professeur adjoint de physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux, in-4° de 568 pages, avec de nombreuses figures. Ouvrage lithographié..... 16 fr.
- Guide pratique de mesures et essais industriels**, par MONTPELLIER et ALIAMEY.
- T. I. — *Instruments et méthodes de mesure des grandeurs fondamentales, géométriques et mécaniques.* Gr. in-8° avec 275 fig. Br. 17 fr.; cart..... 18 fr. 50
- II. — *Instruments et méthodes de mesure des quantités magnétiques.* Gr. in-8° avec 73 fig. Br., 6 fr.; cart..... 7 fr. 50
- Electromoteurs**, par G. ROESSLER, professeur à l'École supérieure technique de Berlin, traduit de l'allemand par Em. SAMITCA, ingénieur des Arts et Manufactures.
- T. I. — *Courant continu.* Gr. in-8° avec fig. Br. 6 fr. 50; cart.... 8 fr.
- II. — *Courants alternatifs et triphasé.* Gr. in-8° avec fig. Br. 10 fr.; cart..... 11 fr. 50
- Les deux volumes pris ensemble. Br., 15 fr.; cart..... 18 fr.
- Les Automobiles électriques**, par Gaston SENCIER, ingénieur des Arts et Manufactures, et A. DELASALLE, ingénieur, ancien élève de l'École de physique et de chimie, grand in-8°..... 15 fr.
- Traité pratique de télécommunication électrique** (Télégraphie-Téléphonie), par Ed. ESTAUNIE, ancien élève de l'École polytechnique, ingénieur en chef des Télégraphes. Grand in-8° de 670 pages, avec 528 fig. Br., 20 fr.; cart..... 21 fr. 50
- Télégraphie pratique.** Traité complet de télégraphie électrique, à l'usage des agents des postes et télégraphes et des chemins de fer, des constructeurs d'appareils télégraphiques, etc., par L. MONTILLOR, inspec-

- teur des Postes et Télégraphes. Grand in-8°, avec 356 figures et 6 planches, cartonné toile pleine..... 25 fr.
- Téléphonie pratique**, par MONTILLOT, inspecteur des postes et des télégraphes. 2^e édition augmentée d'un second volume entièrement inédit. 2 grands in-8°, formant ensemble 948 p., avec 716 figures et 10 planches, reliés..... 30 fr.
- Le second volume se vend séparément, relié..... 12 fr. 50
- Manuel de téléphonie**. Acoustique, notions d'électricité et de magnétisme, téléphones divers, construction des lignes, montage des postes, dérangements, applications générales, par Maurice GILLET, in-16, avec 252 fig., cartonné..... 10 fr.
- La Téléphonie**. Historique, technique, appareils et procédés actuels, par E. PIÉRAND, ingénieur électricien. 2^e édition revue et augmentée, avec une préface de Eric GÉRARD. 1 vol. in-8° avec figures..... 10 fr.

2° MÉCANIQUE ET MACHINES.

- Agenda Dunod : Mécanique**..... 2 fr. 50
- Agenda Dunod : Usines et Manufactures**..... 2 fr. 50

Revue de mécanique (voir Annonce page LXIV), publiée sous le patronage et la direction technique d'un comité de rédaction composé de MM. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, président; BARBET, BIENAYMÉ, E. BOURDON, BRÜLL, E. COLLIGNON, FLAMANT, IMBS, LINDER, ROZÉ, SAUVAGE, WALCKENAER, RATEAU, membres; G. RICHARD, secrétaire. Un numéro d'environ 100 pages gr. format, avec nomb. fig. dans le texte, tous les mois. — Abonnement annuel: France, 36 fr.; Etranger, 40 fr.

Chacun des numéros de la *Revue de mécanique* contient plusieurs mémoires originaux, des articles divisés en série correspondant aux principales branches de la mécanique, une chronique consacrée aux actualités, des articles de législation spéciale et des extraits des périodiques français et étrangers classés méthodiquement. *Un numéro spécimen est envoyé franco sur demande.*

La Mécanique à l'Exposition de 1900.

- 1^{re} livraison : *Installations mécaniques de l'Exposition;*
 2^e — *Chaudières à vapeur pour l'industrie et la marine;*
 3^e — *Moteurs à vapeur;*
 4^e — *Moteurs à gaz, à pétrole et à air comprimé;*
 5^e — *Moteurs hydrauliques;*
 6^e — *Pompes;*
 7^e — *Régulateurs, machines marines;*
 8^e — *Appareils de levage et de manutention;*
 9^e — *Appareils de sécurité;*
 10^e — *Machines-outils;*
 11^e — *Mécanique de la forge;*
 12^e — *Exposition rétrospective de la Mécanique*
 13^e — *Machines frigorifiques;*

- 14^e livraison : *Matériel agricole* ;
 15^e — *Artillerie* ;
 16^e — *Automobiles et cycles* ;
 17^e — *Applications mécaniques de l'électricité*.

Prix de la collection entière, trois forts volumes formant ensemble
 1.954 pages avec 3.025 figures et 7 planches hors texte : 60 francs.

Congrès international de mécanique appliquée, tenu au Conservatoire national des Arts et Métiers, du 19 au 25 juillet 1900.

- T. I. — *Rapports présentés au Congrès*. In-4^e de 546 p. avec nombreuses fig. 25 fr.
 — II. — *Procès-verbaux des séances du Congrès*. In-4^e de xxiv-94 p. 3 fr.
 — III. — *Communications et Conférences*. In-4^e de 300 p. avec nombreuses fig. 14 fr.
 L'ouvrage complet en 3 volumes. 40 fr.

Histoire documentaire de la Mécanique française (fragments), d'après le Musée centennal de la Mécanique à l'Exposition universelle de 1900, par Emile EUDÉ, ingénieur de la Classe 19 (Chaudières et Machines à vapeur) à l'Exposition de 1900, in-4^e de 323 pages, luxueusement imprimé et illustré de 165 figures et 42 portraits. 15 fr.

La sécurité du travail dans l'industrie : Moyens préventifs contre les accidents d'usines et d'ateliers, par P. RAZOUS, inspecteur du travail dans l'industrie. Gr. in-8^e avec fig. 12 fr. 50

Expériences sur le travail des machines-outils pour les métaux, par C. CODRON, 1^{er} fascicule. Meulage. Tranchage. Cisailage. Poinçonnage. In-4^e 12 fr. 50

Cours de machines, par HATON DE LA GOUPILLIÈRE, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, directeur de l'École nationale supérieure des mines. 2 forts vol. gr. in-8^e avec nombreuses fig. 60 fr.

Chaudières à vapeur. Généralités, production de la chaleur, chaudières, accessoires, accidents, conduite, entretien, réglementation, transport de la vapeur, par J. DEJUST, ingénieur des Arts et Manufactures, répétiteur à l'École centrale. Gr. in-16 avec 394 fig. et 2 pl. 12 fr.

Machines à vapeur et machines thermiques diverses, par J. DEJUST, ingénieur des Arts et Manufactures, répétiteur à l'École centrale. Gr. in-16 de 600 p. avec 407 fig. 15 fr.

Traité de la condensation. Condensations indépendantes. Condensations centrales. Refroidissement artificiel de l'eau, par F.-J. WEISS, ingénieur à Bâle. Traduit, par E. HANNEBICQUE, ingénieur des laminoirs de MM. Schneider et C^{ie}, au Creusot, sur la première édition allemande, revue et augmentée par l'auteur. In-8^e avec 117 fig. Br. 20 fr. ; cart. 21 fr. 50

Machines hydrauliques. Récepteurs hydrauliques. — Machines élévatoires. — Propulseurs hydrauliques. — Presse hydraulique et applications, par F. CHAUDY, ingénieur. Gr. in-16 avec fig. Rel. en mouton souple. 40 fr.

Le Constructeur. — Principes, formules, tracés, tables et renseignements pour l'établissement des *projets de machines* à l'usage des ingénieurs, constructeurs, architectes, mécaniciens, etc., par F. REULEAUX. *Trois*

- sième édition française*, par A. DEBIZE, ingénieur des Manufactures de l'Etat. 1 vol. in-8° avec 184 fig. dans le texte..... 30 fr.
- Dictionnaire des Arts et Manufactures et de l'Agriculture**, par Ch. LABOULAYE, et une réunion de savants, d'ingénieurs et d'industriels. 7^e édit. Les livraisons peuvent être vendues séparément au prix de 2 fr. 50 l'une. Prix de l'ouvrage complet en 5 vol..... 120 fr.
- Les Moteurs à gaz**, par Gustave RICHARD, ingénieur civil des Mines. 1 fort vol. gr. in-8° et 1 atl. de 70 belles pl..... 75 fr.
- Les Nouveaux Moteurs à gaz et à pétrole**, par G. RICHARD, ingénieur civil des Mines. 3 vol. gr. in-8° avec 800 fig. et 1 atl. de 30 pl.... 75 fr.
- Les Moteurs à gaz et à pétrole en 1892**, par G. RICHARD. 1 vol. in-8° avec nombreuses fig..... 10 fr.
- Les Moteurs à gaz et à pétrole en 1894**, par G. RICHARD. 1 vol. in-8° avec nombreuses fig..... 10 fr.
- Les moteurs à essence pour automobiles**, par L. MANCHIS, professeur-adjoint de physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux. In-8° 16 × 26 de xv-470 pages, avec 231 fig. Br., 15 fr.; cart..... 16 fr. 50
- Carburant et combustion dans les moteurs à alcool**, par E. SOREL, ancien ingénieur des manufactures de l'Etat. In-8° 14 × 23 de 280 pages avec figures..... 8 fr.
- Les Locomotives à l'Exposition de 1900** : 1° Locomotives à vapeur ; 2° Locomotives et automotrices électriques, par MM. BARBIER et GONDENNAUX, ingénieurs, in-4° de 313 pages, avec 124 figures et 73 planches doubles 30 fr.
- Locomotive et Matériel roulant**. La locomotive : chaudière, mécanisme, véhicule, tender et locomotive-tender. — Principaux types de locomotives. — Description de quelques locomotives. — Les locomotives compound. — Voitures et wagons, par M. DEMOULIN. Gr. in-16, avec fig. et pl. 12 fr.
- La Chaudière locomotive et son outillage**, par Gustave RICHARD, ingénieur civil des Mines. 1 vol. gr. in-8° avec 1.100 fig. et 1 atlas de 38 pl..... 40 fr.
- Manuel du mécanicien conducteur de locomotive**, par G. RICHARD et BACLÉ, ingénieurs civils des Mines. 1 vol. gr. in-8° avec 368 fig. et 1 atlas de 10 pl..... 25 fr.
- Traité élémentaire des appareils à vapeur de navigation**, par LEDIEU, ancien examinateur de la Marine. 3 forts vol. gr. in-8° avec fig. et 1 atlas in-4°..... 45 fr.
- Les Nouvelles Machines marines**. Supplément du traité des Appareils à vapeur de navigation, mis en harmonie avec la théorie mécanique de la chaleur, par LEDIEU, ancien examinateur de la Marine ; HUBAC, professeur de machines à vapeur sur le vaisseau-école, et GILBERT, adjoint à l'enseignement des machines. 3 beaux vol. gr. in-8° avec fig. et 1 atl. in-4°. 75 fr.
- Manuel de l'ouvrier chauffeur de la flotte**, par LEDIEU et HUBAC (2^e édit.). 1 vol. in-8° avec fig. et 1 atlas..... 15 fr.

- Le Nouveau Matériel naval**, par A. LEBEU, ancien officier de vaisseau, correspondant de l'Institut, et E. CADÉAT, ingénieur des Arts et Manufactures. 2 beaux vol. gr. in-8° avec 300 fig. et 1 atlas in-4°..... 70 fr.
- Les Bateaux sous-marins**, par F. FOREST et H. NOALHAT.
- T. I. — *Historique*..... 12 fr. 50
 — II. — *Technologie*..... 15 fr. »
 Les 2 volumes ensemble..... 25 fr. »
- Travaux, instruments et machines agricoles**, par Hervé MANGON, membre de l'Institut. 1 fort vol. gr. in-8° avec fig. et 1 atlas in-1° de 26 belles pl..... 45 fr.
- Le Matériel agricole à l'Exposition de 1900**, par RINGELMANN. In-4° avec fig..... 10 fr.
- L'Artillerie à l'Exposition de 1900**, par le colonel X. In-4° avec fig..... 7 fr. 50
- Traité général d'horlogerie**, par MOINET. 3^e édit., augmenté d'un appendice, par DEBIZE, ingénieur des Manufactures de l'Etat. 2 forts vol. gr. in-8° avec 71 pl..... 20 fr.
- Turbines hydrauliques, pompes et ventilateurs centrifuges**. — Principes théoriques. — Dispositions pratiques et calcul des dimensions, par HENROTTÉ..... 10 fr.
- Les Pompes**. Généralités. Pompes à mouvement alternatif. Pompes à mouvement continu. Pompes employant comme force motrice l'action d'un fluide en mouvement. Pompes pour usages spéciaux, par R. MASSE, ingénieur civil des mines, ancien élève de l'École polytechnique; préface de M. HATON DE LA GORPILLIÈRE, membre de l'Institut, inspecteur général des Mines. Gr. in 8° de xvi-528 pages avec 957 fig. Br., 30 fr.; cart..... 32 fr.
- Les régulateurs des machines à vapeur**, par L. LECORNU, ingénieur en chef des Mines, professeur à l'École supérieure des Mines. In-4° 22 × 32 de 314 pages avec 277 figures..... 12 fr. 50
- Découpage, matricage, poinçonnage et emboutissage**, par J. WOOD WORTH, ingénieur américain, traduit de l'anglais et augmenté d'une annexe par G. RICHARD, ingénieur civil des Mines. In-8° 16 × 25 de 350 pages, avec 685 figures. Br., 15 fr.; cart..... 16 fr. 50
- La pratique des machines à bois**, par l'ER. SIOUX, directeur d'usines. In-8° 16 × 25 de 333 pages avec figures..... 12 fr. 50
- Le graissage et les lubrifiants**. Théorie et pratique du graissage; nature, propriétés et essais des lubrifiants, par L. AUCHAUT, chimiste, et R. MOUNTFORD DEZLEY, ingénieur de chemin de fer; traduit de l'anglais et augmenté d'une annexe par G. RICHARD, ingénieur civil des Mines. In-8° 16 × 25 de 566 pages, avec 236 figures. Br., 20 fr.; cart. 24 fr. 50
- Guide du traceur mécanicien** (3^e édit.), par Philippe FAY... 7 fr. 50
- Cours pratique de chaudronnerie**, par MONTPET, ingénieur-constructeur. 1^{re} partie: chaudronnerie en fer, 4^e édit. In-8° de 200 p., 44 pl..... 7 fr. 50

- Cours de mécanique rationnelle**, par Paul HAAG, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, professeur à l'École des Ponts et Chaussées, répétiteur à l'École polytechnique. 1 vol. in-8° de 552 p. avec fig. 12 fr.
- Mécanique, Hydraulique, Thermodynamique** : Cinématique. — Statique. — Dynamique. — Hydrostatique et Hydrodynamique. — Hydraulique. — Thermodynamique, par Georges DARIÈS, conducteur des Ponts et Chaussées. Gr. in-16, avec fig. Belle reliure en mouton souple. 9 fr.
- Cours élémentaire pratique de dessin de machines**, à l'usage des écoles, contremaitres, ouvriers et candidats aux Ecoles spéciales, par M. TIXIER, ingénieur. 100 pl. dans un carton. 10 fr.
- Législation et contrôle des appareils à vapeur**, par T. CUVILLIER, contrôleur principal des Mines. Gr. in-16, relié. 8 fr.
- Éléments d'automobile**, par BAUDRY DE SAUNIER, nouvelle édition, in-8° de 190 pages, avec 29 figures, cartonné. 2 fr. 50
- Les Recettes du chauffeur**, par BAUDRY DE SAUNIER, in-8°, avec figures, cartonné toile pleine. 10 fr.
- Les motocyclettes**. Leur mécanisme ; leur emploi raisonné ; leurs réparations, par L. BAUDRY DE SAUNIER, en collaboration avec Ad. GAROT. In-12 13 × 19 de 260 pages avec 115 figures. 6 fr.
- Manuel pratique de la Bicyclette**, Machines simples, roues libres, machines à changement de vitesse, bicyclettes à pétrole, in-8°. 3 fr. 50
- Leçons sur la navigation aérienne**, par L. MARCHIS, professeur-adjoint de physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux, lauréat de l'Institut. In-4° 20 × 25 de 810 pages, avec 183 figures. 20 fr.

3° CHIMIE ET INDUSTRIES CHIMIQUES.

- Agenda Dunod : Chimie** 2 fr. 50
- Agenda Dunod : Usines et Manufactures** 2 fr. 50
- Encyclopédie chimique**, publiée sous la direction de M. FRÉMY, membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique, directeur du Muséum, membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique.
- T. I. — *Introduction. — Généralités*. 3 vol. 76 fr.
- T. II. — *Métalloïdes*. 7 vol. 155 fr.
- T. III. — *Métaux*. 21 vol. 287 fr. 50
- T. IV. — *Analyse chimique*. 5 vol. 77 fr. 50
- T. V. — *Applications de chimie inorganique* :
- Acide sulfurique et Soude, par M. SOREL 40 fr.
- Généralités, Chlorure de chaux, Phosphates de chaux, Superphosphates, Aluns, Sulfates d'alumine, Chlorates, par MM. FRÉMY, KOLB, NIVROT, POMMIER et PÉCHINEY. 15 fr.
- Mortiers et Ciments, par M. DUQUESNAY. 11 fr.
- Le Verre et le Cristal, par M. HENRIVAUX. 40 fr.

Porcelaine.....	25 fr.
Eclairage électrique, par M. VIOLLE.....	9 fr.
Photographie, par M. PABST.....	20 fr.
Généralités sur la Métallurgie et Cuivre, par MM. GRUNER et ROSWAG.....	22 fr. 50
Aluminium, par M. WICKERSHEIMER.....	3 fr. 75
Fer, Fonte, par M. BRESSON.....	6 fr. 25
Aciers, par M. BRESSON.....	8 fr. 75
Etain et Plomb, par M. LODIN (sous presse).	
Argent, par M. ROSWAG.....	25 fr.
Désargentation des minerais de plomb, par M. ROSWAG.....	25 fr.
Exploitation et traitement des minerais aurifères, par MM. E. CUMENGE et Edmond FUCHS.....	12 fr. 50
Traitement des minerais auro-argentifères, par MM. E. CUMENGE et Edmond FUCHS.....	17 fr. 50
Nickel et Cobalt, par M. VILLON.....	5 fr.
T. VI, VII et VIII. — <i>Chimie organique</i> . 16 vol.....	478 fr. 75
T. IX. — <i>Microbiologie</i> . 1 vol.....	40 fr.
T. IX. — <i>Chimie physiologique</i> . 7 vol.....	101 fr. 50
T. X. — <i>Applications de chimie organique</i> :	
Contribution à l'étude de la chimie agricole, par MM. SCHLOESING père et fils.....	12 fr. 50
Analyse des végétaux, par MM. DRAGENDORFF et SCHLAGDENHAUFFEN.....	12 fr. 50
Industries et Sels ammoniacaux, par M. VINCENT.....	9 fr.
Nutrition de la Plante, par M. DEHÉRAIN.....	7 fr. 50
Fabrication du papier.....	17 fr. 50
Fabrication du sucre.....	15 fr.
Gélatines et colles.....	6 fr. 25
Le Bois.....	17 fr. 50
Substances textiles.....	22 fr. 50
Matières colorantes. Série aromatique et ses applications industrielles, par MM. GIRARD et PABST (1 ^{er} fasc.).....	30 fr.
— — Série aromatique, etc., par MM. GIRARD et PABST (2 ^e cahier).....	6 fr. 25
Conservation des substances alimentaires, par M. URBAIN.....	3 fr. 75
Analyse des matières alimentaires et recherches de leurs falsifications, par GIRARD (Nouvelle édition sous presse).	
Teinture et apprêt des tissus de coton, par M. LEFÈVRE.....	10 fr.
Fabrication des couleurs, par M. GUIGNET.....	10 fr.
Table alphabétique complète des matières de l'encyclopédie, par M. CHASTAING.....	15 fr.
<i>Prix de l'Encyclopédie chimique complète : 1.200 francs</i>	
Dictionnaire de chimie pure et appliquée, de WURTZ, comprenant :	
la chimie organique et inorganique, la chimie appliquée, la chimie analytique, la chimie physique et la minéralogie.	
5 forts volumes grand in-8°, avec figures.....	90 fr.
<i>Premier supplément :</i>	
2 forts volumes grand in-8°, avec figures.....	35 fr.
<i>Deuxième supplément :</i>	
A-B). — 1 vol. grand in-8°.....	20 fr.

- (C). — 1 vol. grand in-8° 20 fr.
 (D-E). — 1 vol. grand in-8° 20 fr.
 (F-G). — 1 vol. grand in-8° 24 fr.
 Les volumes suivants du deuxième supplément sont en préparation.
- Leçons sur les métaux**, professées à la Faculté des sciences de Paris, par M. DITTE, professeur de chimie à cette Faculté. 2 vol. in-4° avec fig. 33 fr.
- Traité élémentaire de chimie organique**, par M. BERTHELOT, membre de l'Institut, professeur au Collège de France, et E. JUNGLESCU, membre de l'Académie de médecine, professeur à l'École de pharmacie. 4^e édition, avec de nombreuses figures, revue et considérablement augmentée. 2 vol. gr. in-8° comprenant 2.200 pages avec figures. 50 fr.
- Essai de mécanique chimique**, fondée sur la thermochimie, par M. BERTHELOT, membre de l'Institut, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. 2 forts vol. gr. in-8° avec fig. 45 fr.
- Traité d'analyse des substances minérales**, par Adolphe CARNOT, membre de l'Institut, inspecteur général des Mines, professeur et directeur des laboratoires à l'École supérieure des mines.
- T. I^{er}. — *Méthodes générales d'analyse qualitative et quantitative*.
 1 fort vol. grand in-8°, avec 357 fig. Br., 35 fr.; cart. toile pleine. 36 fr. 50
 T. II. — *Métalloïdes*. Broché, 25 fr; cartonné. 26 fr. 50
Souscription à l'ouvrage complet en 4 volumes, brochés. 90 fr.
- Traité élémentaire d'analyse qualitative des matières minérales**, par A. DITTE, professeur à la Faculté des Sciences (2^e éd.). — 1 fort vol. gr. in-8° élégamment cartonné, avec 3 pl. en couleurs. 10 fr.
- Traité général des applications de la chimie**, par Jules GARÇON, ingénieur chimiste.
- T. I^{er}. — *Métalloïdes et composés métalliques*. 20 fr.
 T. II. — *Applications de la chimie organique* (sous presse). 20 fr.
- Analyse des matières alimentaires et recherches de leurs falsifications**, par Ch. GIRARD, directeur du Laboratoire municipal de la ville de Paris, avec la collaboration de MM. Sanglé-Ferrière et de Brévans; sous-chefs, de MM. Truchon, V. Génin, Pons, de Raczkowski, chimistes principaux, et de MM. Leys, Froidevaux, Cuniasse et Lafaye, chimistes au Laboratoire municipal de la ville de Paris. Deuxième édition, revue et très augmentée. In-8° 16 × 24 de 872 pages avec fig. Br., 25 fr.; cart., 26 fr. 50
- Analyse chimique. — Méthodes analytiques appliquées aux substances agricoles.** — Engrais. Terres. Roches. Cendres végétales. Eaux. Produits végétaux alimentaires et industriels. Produits animaux industriels, par M. A. MUNTZ, professeur chargé de la direction des Laboratoires à l'Institut agronomique. 1 fort vol. in-8° de 600 pages avec nombreuses figures. 25 fr.
- Formulaire de manipulations de chimie générale et de chimie industrielle.** — Notation atomique — suivi d'un précis d'analyse qualitative et quantitative, par A. BÉGIN, professeur à l'École nationale des Arts industriels de Roubaix. 1 vol. in-8° de 404 pages, élégamment cartonné. 8 fr.

- L'Eau dans l'industrie.** — Considérations, influences, désordres, remèdes, eaux résiduaires, épuration, analyse, par H. DE LA COUX..... 15 fr.
- L'Air liquide**, sa production, ses propriétés, ses applications, par G. CLAUDE, ingénieur; préface de M. D'ARSONVAL, membre de l'Institut. Gr. in-8° avec photographies d'appareils et instantanés d'expériences..... 3 fr. 50
- Le Froid artificiel** et ses applications industrielles, commerciales et agricoles, par J. DE LOVERDO, ingénieur, avec une préface de M. E. TISSERAND, directeur honoraire de l'agriculture. Grand in-8° de 652 pages avec 156 fig. Br., 12 fr. 50; cart..... 14 fr.
- Les Fermentations rationnelles.** — Vins, cidres, hydromels, alcools, par G. JACQUIN, cartonné..... 15 fr.
- Traité complet théorique et pratique de la fabrication de l'alcool et des levures**, par G. DEJONHE, ingénieur civil.
- T. I. — *Composés organiques de la fabrication de l'alcool. Traitement des matières sucrées et des matières amylacées.* Gr. in-8° de 430 pages avec 176 fig. et 2 pl..... 20 fr.
- II. — *Fermentation alcoolique. Fabrication de la levure de boulangerie. Distillation et raffinage des alcools.* Gr. in-8° de 580 pages avec 216 fig..... 20 fr.
- T. III. — *Supplément. Traitement des résidus de la fabrication de l'alcool. Calcul et installation des usines. Contrôle technique du travail.* Gr. in-8° de 260 pages avec 55 fig. et 2 pl..... 10 fr.
- Les 3 volumes ensemble..... 40 fr.
- Guide du fabricant d'alcools et du distillateur**, par M. BASSET.
- 1^{er} volume : *Alcoolisation.* Nature chimique des alcools. Saccharification. Fermentation (*épuisé*). — 2^e volume : *Emploi.* Vin, Bière, Cidre, etc. — 3^e volume : *Distillation.* Etude complète des appareils distillatoires de toute espèce. Fabrication des liqueurs. Vinaigre. Chacun des volumes II et III est vendu séparément..... 40 fr.
- La Majesté l'Alcool.** Historique. Fabrication. Applications à l'industrie, à l'éclairage, au chauffage et à la force motrice, par L. BAUDRY DE SAUNIER, rédacteur en chef de *La Vie Automobile*, avec une préface de Louis MILL, député. In-8° 16 X 23 de 350 pages..... 42 fr.
- La Conservation des substances alimentaires**, par URBAIN, répétiteur à l'Ecole centrale. 1 vol. in-8°, avec figures..... 3 fr. 75
- Traité théorique et pratique de la fabrication du sucre**, par MAURENÉ, docteur ès sciences, professeur de chimie. 2 forts vol. gr. in-8° avec nombreuses figures..... 30 fr.
- Le Sucre.** Saccharose, sucre de canne, de betterave, d'érable, de palmier, de maïs, glucose, etc., analyses, par PAUL CHARPENTIER, ingénieur chimiste. 1 vol. grand in-8°, avec figures..... 15 fr.
- Les Hydrates de carbone**, par le D^r B. TOLLENS, professeur à l'Université de Göttingen, traduit de l'allemand par L. BOURGEOIS, répétiteur à l'Ecole polytechnique, assistant au Muséum. 1 fort vol. in-8°, avec fig., cartonné..... 25 fr.
- Acide sulfurique**, par SORET, ancien ingénieur des Manufactures de l'Etat. 1 vol. gr. in-8° et 1 atlas..... 25 fr.

- Produits chimiques.** Le soufre et ses dérivés, salpêtre, acide nitrique, sel marin et sel gemme, sulfate de soude, acide chlorhydrique, soude, par SOREL, ancien ingénieur des Manufactures de l'Etat. 1 fort vol. grand in-8°, avec figures 40 fr.
- Produits chimiques.** Généralités, chlorures de chaux, phosphates et superphosphates, aluns, chlorates, par FRÉMY, NIVOIT, KOLA, POMMIER et PÉCHINEY. 1 vol. grand in-8°, avec fig. et pl. 15 fr.
- Préparation des produits chimiques par l'électrolyse,** par le Dr Karl ELBS, professeur à l'Université de Giessen, traduit de l'allemand par E. LERICHE, directeur des usines du Castelet. In-8° avec fig. Br. 4 fr., cartonné..... 5 fr.
- L'ozone et ses applications industrielles,** par H. DE LA COUX, ingénieur-chimiste, inspecteur de l'enseignement technique au Ministère du Commerce. In-8° 16 × 26 de 560 pages, avec 159 fig. Br., 15 fr.; cart. 16 fr. 50
- Etude sur l'industrie des phosphates et superphosphates** (Tunisie. — Floride. — Scories basiques), par David LEVAT, ingénieur civil des Mines. 1 vol. in-8° avec planches, cartonné..... 7 fr.
- Etude complète sur les phosphates,** par A. DECRERS, ingénieur. 1 fort vol. grand in-8° de 500 pages et un atlas 25 fr.
- Les Combustibles industriels.** Houille, pétrole, lignite, tourbe, bois, charbons de bois, agglomérés, coke, par F. COLOMER et Ch. LORNIER. 1 fort volume grand in-8°. Br., 18 fr., cart. 19 fr. 50
- Traité de chimie physiologique,** par GORUP-BESANEZ, professeur à l'Université d'Erlangen, traduit de l'allemand sur la 4^e édition et annoté par SCHLAGDENHAUFFEN, professeur à l'École de pharmacie de Nancy. 2 forts vol. in-8° avec figures et planches..... 32 fr.
- Chimie végétale. — La Ramie,** par FRÉMY, membre de l'Institut. 1 vol. in-8°, cartonné 5 fr.
- Contribution à l'étude de la chimie agricole.** Atmosphère, sol, procédés d'analyse, par SCHLÖESING, membre de l'Institut. 1 vol. grand in-8°, avec fig. 12 fr. 50
- Chimie agricole. — Nutrition de la plante.** Germination, assimilation du carbone et de l'azote. Le sol source d'azote des plantes. Composition des cendres des végétaux. Assimilation des substances minérales par les plantes, par DEHÉRAIN, professeur au Muséum. 1 vol. grand in-8°. 7 fr. 50
- Chimie des végétaux. — Structure de la plante.** Composition chimique du squelette des végétaux. Recherches chimiques sur les feuilles, fleurs, fruits et produits divers, par FRÉMY, membre de l'Institut. 1 vol. grand in-8°..... 9 fr.
- Analyse chimique des végétaux.** Marche à suivre dans la recherche des principes constitutifs. Méthodes spéciales de dosage, par DRAGENDORFF, professeur à l'Université de Dorpat, traduit de l'allemand et annoté par SCHLAGDENHAUFFEN, directeur de l'École de Pharmacie de Nancy. 1 vol. grand in-8°..... 12 fr. 50

- Fabrication des couleurs.** Qualité des couleurs, préparation des produits; composition, fabrication et emploi des couleurs; théorie physique, phénomènes de contraste, classification, par GUIGNET, répétiteur à l'Ecole polytechnique. 1 vol. grand in-8°, avec fig. 40 fr.
- Les Textiles.** Composition, culture et traitement du chanvre, du lin et du coton. Composition, récolte et préparation de la laine et de la soie; textiles divers, blanchiment, par Paul CHARPENTIER, ingénieur chimiste. 1 vol. grand in-8°, avec figures. 22 fr. 50
- Teinture et apprêts des tissus de coton,** par Léon LEFÈVRE, ingénieur chimiste. 1 vol. grand in-8°, avec fig. et pl. 40 fr.
- Le Bois.** Propriétés physiques et chimiques; description; répartition dans les diverses contrées du globe; forêts; conservation des bois; applications; par Paul CHARPENTIER, ingénieur chimiste. 1 vol. gr. in-8°, avec fig. 17 fr. 50
- Le Papier.** Matières premières; fabrication, classification et usages de papier, par Paul CHARPENTIER, ingénieur chimiste. 1 vol. in-8°, avec figures. 17 fr. 50
- Gélatines et colles.** Fabrication, emplois et essais, par Paul CHARPENTIER, ingénieur chimiste. 1 vol. grand in-8°, avec fig. 6 fr. 25
- Industries des produits ammoniacaux.** Production et fabrication, par C. VINCENT, professeur à l'Ecole centrale. 1 vol. grand in-8°, avec figures. 9 fr
- Le Verre et le Cristal,** par J. HENRIVAUX, directeur de la manufacture de glaces de Saint-Gobain. Nouvelle édition, revue et considérablement augmentée, suivie d'un chapitre sur la législation et l'hygiène des verreries, par A. RICHE, membre de l'Académie de médecine. Grand in-8° avec 333 figures et un atlas de 36 planches. 40 fr.
- La Porcelaine.** Historique, généralités, matières premières, façonnage, mise en couverte, encastage et cazettes, cuisson, matières premières employées dans la décoration, par DUBREUIL, président de la Chambre de Commerce de Limoges. 1 vol. grand in-8°, avec fig. 25 fr.
- Traité sur la poudre, les corps explosifs et la pyrotechnie,** par UPMANN et VON MEYER; ouvrage traduit de l'allemand, revu et augmenté par DESORTIAUX, ingénieur des poudres et salpêtres. 1 fort vol. gr. in-8° avec figures et planches. 48 fr.
- Dictionnaire des matières explosives,** par le docteur J. DANIEL, ingénieur des Arts et Manufactures, ancien directeur de la Compagnie des Explosifs "Sécurité"; préface de M. BERTHELOT, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, grand in-8° de x-813 pages, avec figures. Broché, 30 fr., relié. 31 fr. 50
- Éclairage.** Huiles, alcool, gaz, électricité, photométrie, par L. GALINE, ingénieur des Arts et Manufactures, et B. SAINT-PAUL, conducteur du service municipal de Paris. *Deuxième édition.* In-8° 14 × 23 de 697 p., avec 308 figures. 15 fr.

Traité sur la production et l'exploitation de la lumière au gaz de houille, par le D^r E. SCHAFFLING fils, directeur de la C^{ie} d'éclairage au gaz de Munich. In-4^o 25 X 32 de 230 pages, avec 185 figures et 10 planches..... 13 fr.

Manuel pratique des directeurs d'usines à gaz, par COUDRIER, directeur de l'usine à gaz de Sens. 1 vol. in-18 avec figures... 3 fr. 50

Les Gazogènes, par J. DESCHAMPS, ingénieur-conseil en matière de gazogènes et de moteurs à gaz, grand in-8^o de 452 pages, avec 248 fig. 15 fr.

Le Carbone de calcium et l'acétylène. — Les fours électriques, par C. DE PERRODIT, ingénieur des Arts et Manufactures. Préface de Henri MOISSAN, membre de l'Institut. Grand in-16 avec 77 figures..... 7 fr.

L'Industrie laitière au point de vue scientifique et pratique, par le D^r FLEISCHMANN, professeur directeur de la station laitière de Baden, ouvrage traduit de l'allemand, revu et complété par BRELAZ et OETTL, professeurs de chimie à Lausanne. 1 fort vol. grand in-8^o avec 278 fig. Relié..... 30 fr.

Photographie: Action de la lumière. — Laboratoire. — Appareils. — Procédés négatifs. — Procédés positifs. — Photographie des couleurs. — Agrandissements. — Réductions. — Reproduction industrielle des dessins. — Cinématographie. — Photographie au travers des corps opaques. — Photogrammétrie. — Applications diverses, par F. MIAOX, ingénieur. Grand in-16 avec figures. — Reliure en mouton souple..... 9 fr.

Photographie: Historique, procédés, applications, par PABST, chimiste principal au laboratoire municipal de Paris. 1 fort vol. in-8^o avec fig. 20 fr.

4^o TRAVAUX PUBLICS, CONSTRUCTIONS CIVILES ET ARCHITECTURE.

Revue générale des chemins de fer et des tramways.

Abonnement annuel :

Paris et départements..... 25 fr.

Etranger..... 28 fr.

Agenda Dunod : Construction..... 2 fr. 50

Agenda Dunod : Chemins de fer..... 2 fr. 50

Bibliothèque du conducteur de Travaux publics : Ensemble des connaissances indispensables aux conducteurs des Ponts et Chaussées et conducteurs municipaux, agents voyers, contrôleurs des Mines, chefs de section, architectes, entrepreneurs, conducteurs de travaux, inspecteurs, vérificateurs, etc., publiée sous les auspices de MM. les Ministres des Travaux publics, de l'Agriculture, de l'Instruction publique, du Commerce et de l'Industrie. (Voir Annonce pages LX et LXI).

Ci-après la liste des volumes parus vendus séparément et pouvant

être payés en deux fois. — Format portatif. Belle reliure pleine en mouton souple. Nombreuses figures dans le texte :

- Mathématiques** : Rappel des formules usuelles. — Algèbre. — Calcul infinitésimal. — Géométrie analytique, par Georges DARIÈS, conducteur des Ponts et Chaussées..... 8 fr. 50
- Mécanique, Hydraulique, Thermodynamique** : Cinématique. — Statique. — Dynamique. — Hydrostatique et Hydrodynamique. — Hydraulique. — Thermodynamique, par Georges DARIÈS, conducteur des Ponts et Chaussées..... 9 fr.
- Physique et Chimie** : Lois et phénomènes physiques et chimiques : formules et développements. — Propriétés des corps. — Chimie analytique, par A. BARREAU, ingénieur..... 8 fr. 50
- Topographie appliquée aux Travaux publics**, par Eugène PRÉVOR, conducteur des Ponts et Chaussées, chef du bureau du nivellement générale de la France, suivi d'un appendice relatif à la topographie expédiée, par O. ROUX, conducteur des Ponts et Chaussées.
- Tome I. — *Instruments*. — Description. — Manœuvre. — Vérification. — Réglage et précision des instruments..... 12 fr.
- Tome II. — *Méthodes*. — Méthodes fondamentales de la planimétrie et du nivellement. — Applications. — Levés d'études et levés cadastraux. — Cartes topographiques. — Levés d'itinéraires..... 15 fr.
- Les 2 volumes ensemble..... 25 fr.
- Maçonneries** : Pierres naturelles et artificielles. — Chaux, ciments et mortiers. — Maçonneries, par E. SIMONET, conducteur des Ponts et Chaussées..... 10 fr.
- Bois et Métaux** : Classification, préparation, assemblages, résistance et essais des bois. — Métallurgie. — Fabrication, assemblages, essais et résistance des métaux. — Rivure. — Machines-outils, par AUCAMUS, ingénieur..... 8 fr.
- Résistance des matériaux appliquée aux constructions**. Méthode pratique par le calcul et la statique graphique, par E. ARAGON, ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur d'études de ponts et charpentes métalliques. Tome I^{er}. In-16 12 × 18 de 562 pages avec 387 figures. Reliure souple..... 15 fr.
- Tracé et terrassements**, par P. FRICK, ingénieur des constructions civiles, et J.-L. CANAUD, conducteur des Ponts et Chaussées, chef de section. 15 fr.
- Droit civil** : Notions générales. — Des personnes. — Des biens. — Des différentes manières dont on acquiert la propriété, par Louis MARTIN, avocat, professeur libre de droit..... 8 fr.
- Droit administratif** : Droit constitutionnel. — L'Etat. — Le département. — L'arrondissement. — La commune, par P. TOUZAC, licencié en droit, rédacteur au Ministère des Travaux publics..... 9 fr.
- Droit commercial et Législation industrielle**, par Louis MARTIN, professeur libre de droit, membre de la Chambre des Députés..... 10 fr.
- Procédure civile et Droit pénal** : Tribunaux, magistrats, auxiliaires

- de la justice. — Procédure devant les tribunaux. — Procédures diverses. — Code pénal et Code d'instruction criminelle, par Louis MARTIN..... 8 fr.
- Organisation des services de Travaux publics :** Service des Ponts et Chaussées. — Service des Mines. — Service des Chemins de fer. — Services d'intérêt collectif. — Services auxiliaires, par E. CAMPREDON, ingénieur..... 8 fr.
- Comptabilité des Travaux publics** et tenue des bureaux des services des Ponts et Chaussées, par E. HERBERT, ex-conducteur des Ponts et Chaussées, secrétaire-régisseur de l'Ecole nationale supérieure des Mines. Préface de L. DURAND-CLAYE, inspecteur général des Ponts et Chaussées. 12 fr.
- Exécution des Travaux publics**, étude législative et administrative, par DARDART, conducteur principal des Ponts et Chaussées..... 12 fr.
- Rôle économique et social des voies de communication :** Routes, voies ferrées, voies navigables, voies maritimes, voies électriques, par E. CAMPREDON, ingénieur civil des Mines..... 10 fr.
- Hygiène :** Hygiène générale. — Milieux. — Alimentation. — Hygiène du corps. — Hygiène publique. — Hygiène industrielle et professionnelle. — Secours et premiers soins aux malades et aux blessés, par le Dr NOÏN, professeur des Ecoles d'infirmières de Paris..... 7 fr. 50
- Routes et chemins vicinaux :** Etude technique sur leur construction et leur entretien, suivi d'un appendice sur le cheval et la voiture, par O. ROUX, conducteur des Ponts et Chaussées..... 12 fr.
- Voie publique :** Chaussées pavées en pierre, en empierrement, en asphalte, en bois, mixtes, diverses. — Trottoirs et contre-allées. — Travaux de viabilité. — Nettoyement, arrosage et enlèvement des neiges et glaces. — Pratique du service, par Georges LEFEBVRE, conducteur des Ponts et Chaussées, attaché au Service municipal de Paris..... 12 fr.
- Distributions d'eau**, par Georges DARIÈS, conducteur municipal.. 15 fr.
- Assainissement des villes et égouts de Paris**, par Paul WÉRY, conducteur municipal..... 18 fr.
- Plantations d'alignement, promenades, parcs et jardins publics :** Disposition, exécution, entretien et maladies des plantations. — Architecture, projets, construction et entretien des promenades, parcs et jardins publics. — Pratique du service, par G. LEFEBVRE, conducteur municipal de Paris..... 11 fr.
- Eclairage aux huiles végétale et minérale, au gaz, à l'électricité, à l'acétylène**, par C. GALINE, ingénieur des Arts et Manufactures, et B. SAINT-PAUL, conducteur municipal, chef du service technique de l'éclairage de la première section de la Ville de Paris..... 12 fr.
- Construction et voie :** Etudes. — Terrassements. — Ouvrages d'art. — Voie. — Gares et stations. — Entretien et surveillance, par A. SNIOR, conducteur principal des Ponts et Chaussées, ancien chef de section aux chemins de fer de l'Etat..... 12 fr. 50
- Locomotive et matériel roulant :** La locomotive : chaudière, mécanisme, véhicule, tender et locomotive-tender. — Principaux types de locomotives. — Description de quelques locomotives. — Les locomotives com-

- pound. — Voitures à voyageurs. — Wagons à marchandises. — Fourgons.
— Véhicules spéciaux, par M. DEMOULIN, ingénieur..... 12 fr.
- Exploitation technique des chemins de fer :** Aménagement des
gares. — Signaux. — Enclenchements. — Mouvement des trains. — Pra-
tique du service, par M. L. GALINE, ingénieur des Arts et Manufactures,
inspecteur à la Compagnie du Nord..... 16 fr.
- Tramways et automobiles :** Traction animale, mécanique et électrique.
— Automobiles à pétrole, à vapeur, électriques, par AUCAMUS et GALINE,
ingénieurs..... 12 fr.
- Contrôle des chemins de fer et des tramways.** Organisation du
contrôle de l'Etat. — Rôle et attributions des différents fonctionnaires. Con-
trôle technique. — Contrôle commercial. — Police. — Contrôle du travail.
— Recrutement du personnel, par DE LA RUELLE, avocat, rédacteur au
Ministère des Travaux publics. In-8° de 733 pages..... 12 fr.
- Géologie et Minéralogie appliquées :** Les minéraux utiles et leurs
gisements, par Henri CHARPENTIER, ingénieur civil des Mines..... 12 fr.
- Exploitation des mines :** Généralités. — Mines en exploitation. —
Extraction du minerai. — Services généraux d'une exploitation, par COLOMEN,
ingénieur civil des Mines..... 9 fr.
- Chaudières à vapeur :** Généralités, production de la chaleur, chaudières,
accessoires, accidents, conduite, entretien, réglementation, transport de la
vapeur, par J. DEJUST, ingénieur des Arts et Manufactures, répétiteur à
l'Ecole centrale..... 12 fr.
- Machines à vapeur et machines thermiques diverses,** par J. DEJUST,
ingénieur, répétiteur à l'Ecole centrale..... 15 fr.
- Machines hydrauliques :** Récepteurs hydrauliques. — Machines éléva-
toires. — Propulseurs hydrauliques. — Presse hydraulique et applications,
par F. CHAUDY, ingénieur..... 10 fr.
- Législation et Contrôle des Mines.** — Régime légal de la propriété
des mines, régime de l'exploitation, contrôle, documents législatifs sur les
mines, minières et carrières, par CUVILLIER, contrôleur principal des Mines,
in-8° de 778 pages..... 12 fr.
- Législation et contrôle des appareils à vapeur :** Dispositions
pénales. — Règlements d'administration. — Statistique. — Contrôle, par
T. CUVILLIER, contrôleur principal des Mines..... 8 fr.
- Architecture :** Eléments de construction et de décoration. — Composition
des édifices. — Exécution des travaux, par A. HÉBRARD, architecte. Gr. in-16
avec nombreuses fig..... 15 fr.
- Charpente et Couverture :** Assemblage des bois. — Outils. — Plan-
chers, pans, escaliers et combles en bois. — Etais et échafaudages. —
Assemblages, planchers, pans, poteaux, colonnes et escaliers en fer. —
Combles métalliques. — Couvertures en tuiles, en ardoises, en verre, en
zinc, en tôle, en plomb et en cuivre. — Chéneaux et gouttières, par ALDE-
BERT et AUCAMUS, ingénieurs..... 10 fr.
- Menuiserie, serrurerie, plomberie, peinture et vitrerie :** Traité
pratique sur les matériaux, l'outillage et la technique de ces différents

- métiers, par E. ACCAMUS, ingénieur des Arts et Manufactures, sous-chef d'atelier à la Compagnie du Nord..... 10 fr.
- Fumisterie, chauffage et ventilation :** Pratique de la construction, du mode d'emploi et du montage des divers appareils pour les édifices privés et publics. — Calculs et projets, par E. ACCAMUS, ingénieur, chef d'atelier à la Compagnie du Nord..... 10 fr.
- Devis et évaluations des travaux publics et des constructions civiles,** par A. BONNAL, ingénieur civil, et E. DARDART, conducteur principal des Ponts et Chaussées. In-8° de 714 pages avec fig. Relié..... 15 fr.
- Agriculture :** Météorologie et climatologie. — Géologie agricole. — Physiologie végétale. — Procédés et instruments. — Amendements et engrais. — Cultures diverses, par F. PRADÈS, ancien conducteur de l'Hydraulique agricole..... 9 fr.
- Hydraulique agricole,** par Paul LEVY-SALVADOR, sous-chef du service technique de la direction de l'Hydraulique agricole.
- Tome I (1^{re} et 2^e parties) : *Cours d'eau non navigables ni flottables* : Introduction. — Réglementation des prises d'eau. — Entretien et amélioration des cours d'eau..... 12 fr.
- Tome II (3^e partie) : Généralités. — Etablissement des canaux d'irrigations. — Prises d'eau. — Ouvrages d'art. — Barrages-réservoirs. — Lacs-réservoirs. — Appareils élévatoires. — Canaux secondaires et rigoles d'arrosage. — Etude d'un réseau de distribution. — Utilisation des eaux. — Concession et administration des canaux d'irrigations. — Annexes..... 15 fr.
- Tome III (parties 4 à 8) : Assainissement et dessèchements. — Colmatage. — Polders. — Drainage. — Utilisation des eaux d'égout..... 15 fr.
- Les 3 volumes ensemble..... 38 fr.
- Génie rural.** — Constructions rurales et Machines agricoles, par J. PHILBERT, conducteur au Service de l'Assainissement de Paris, suivi de *l'Art du Géomètre rural*, par O. ROUX, conducteur faisant fonctions d'ingénieur des Ponts et Chaussées, in-8°, avec de nombreuses figures..... 10 fr.
- Electricité :** 1^{re} partie : *Théorie et production* : Etude générale des phénomènes électriques. — Piles. — Magnétisme. — Courants alternatifs. — Machines à courants alternatifs et à courant continu. — Transformateurs. — Accumulateurs. — Mesures, par E. DACREMONY, conducteur des Ponts et Chaussées..... 12 fr.
- Electricité :** 2^e partie : *Applications industrielles* : Canalisation et distribution de l'électricité, éclairage électrique, transport électrique de l'énergie, traction électrique, électro-chimie, télégraphie, téléphonie, projet de distribution d'énergie électrique, par E. DACREMONY, conducteur des Ponts et Chaussées..... 12 fr.
- Photographie :** Action de la lumière. — Laboratoire. — Appareils. — Procédés négatifs. — Procédés positifs. — Photographie des couleurs. — Agrandissements. — Réductions. — Reproduction industrielle des dessins. — Cinématographe. — Photographie au travers des corps opaques. — Photogrammétrie. — Applications diverses, par F. MIRON, ingénieur..... 9 fr.
- Génie :** Administration. — Fortification. — Destruction. — Ponts militaires. — Services annexes, par O. ROUX, conducteur des Ponts et Chaussées..... 12 fr.

Sciences et Arts militaires. *Organisation militaire. Tactique. Artillerie. Transports à la suite des armées. Droit militaire*, par E. DARDANT, sous-ingénieur des ponts et chaussées, ancien officier d'administration du génie, et capitaine X, de l'infanterie coloniale. In-8° 12 × 18 de 670 p. avec 400 figures..... 12 fr.

De nombreux volumes sont à l'impression.

La table complète des matières de chacun des volumes parus, la nomenclature des volumes qui restent à paraître et les conditions de souscription à plusieurs volumes ou à l'ensemble de la *Bibliothèque du Conducteur des travaux publics* sont envoyées gratuitement sur demande.

Manuel de l'ingénieur des Ponts et Chaussées, par DEBAUVE, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

1 ^{re}	Fascicule. — Algèbre. <i>Descriptive et applications</i> . In-8° et atlas.....	42 fr. 50
2 ^e	— <i>Physique et Chimie</i> . In-8°.....	46 fr.
3 ^e	— <i>Géologie et Minéralogie</i> . In-8°.....	10 fr.
4 ^e	— <i>Exécution des travaux</i> . In-8° et atlas... ..	30 fr.
5 ^e	— <i>Géodésie, Nivellement</i> . In-8°.....	7 fr. 50
6 ^e	— <i>Mécanique rationnelle</i> . In-8° avec vignettes.....	7 fr. 50
7 ^e	— <i>Machines en général et machines hydrauliques</i> . In-8° avec vignettes et 4 planches.....	42 fr. 50
8 ^e	— <i>Machines à vapeur et à gaz et Notions de résistance des matériaux</i> . In-8° avec vignettes et 12 pl.....	20 fr.
9 ^e	— <i>Routes</i> . In-8° et atlas.....	15 fr.
10 ^e	— <i>Ponts en maçonnerie</i> . In-8° et atlas.....	25 fr.
11 ^e	— <i>Ponts et Viaducs en bois et en métal</i> . In-8° et atlas.....	30 fr.
12 ^e	— <i>Tunnels. — Souterrains</i> . In-8° et atlas... ..	10 fr.
13 ^e	— <i>Chemins de fer</i> . In-8° et atlas.....	15 fr.
14 ^e	— <i>Constructions civiles</i> . In-8° et atlas.....	17 fr.
15 ^e	— <i>Hydraulique</i> . In-8°.....	6 fr.
16 ^e	— <i>Distribution d'eau. Egouts</i> . Nouvelle édition sous presse.	
17 ^e	— <i>Météorologie. Hydrologie et Culture rationnelle</i> . In-8°.....	5 fr.
18 ^e	— <i>Usages agricoles : irrigations, drainage, dessèchement</i> . In-8° et atlas.....	15 fr.
19 ^e	— <i>Des eaux comme moyen de transport :</i> 1 ^{re} section. — Fleuves et rivières. In-8° et atlas.....	16 fr.
	2 ^e section. — Canaux. In-8° et atlas... ..	18 fr.
	3 ^e section. — Ports de mer. In-8° et atlas.....	26 fr.
20 ^e	— <i>Droit administratif</i> (Nouvelle édition). 4 vol. in-8°.....	60 fr.
	Les 20 fascicules pris ensemble ne coûtent que : brochés... ..	300 fr.
	Reliés en 10 volumes et 5 atlas.....	340 fr.

- Procédés et matériaux de construction**, par DEBAUVE, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Nouveau tirage. 4 vol. gr. in-8° avec nombreuses fig. et 165 pl. 100 fr.
- T. I. — *Sondages, terrassements, dragages*. Gr. in-8° et atlas. 25 fr.
- T. II. — *Fondations*. Gr. in-8° et atlas. 35 fr.
- T. III. — *Matériaux de construction*. Gr. in-8° et atlas. 35 fr.
- T. IV. — *Outillage et organisation des chantiers*. Grand in-8° et atlas. 30 fr.

Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction. Deuxième session :

- T. I. — *Documents généraux*. 1 vol. in-4° de 86 p., avec fig. . 3 fr.
- T. II. — *Rapports particuliers. Métaux*. 1 vol. in-4° de 351 pages, avec nombreuses figures et 46 planches hors texte. 25 fr.
- T. III. — *Rapports particuliers. Autres matériaux*. 1 vol. in-4° de 253 pages, avec nombreuses figures. 17 fr.
- Prix des trois volumes ensemble : 40 francs.*

Communications présentées devant le Congrès international des Méthodes d'essai des matériaux de construction :

- T. I. — *Etudes générales*. Grand in-4° de 536 pages avec nombreuses figures et 14 planches hors texte. 25 fr.
- T. II. — Première partie. — *Métaux*. Grand in-4° de 350 pages avec nombreuses figures et 6 planches hors texte. 18 fr.
- T. III. — Deuxième partie. — *Matériaux autres que les métaux*. Gr. in-4° de 210 pages avec nombreuses figures et 6 pl. hors texte. 12 fr.
- Liste des Membres. Procès-verbaux in extenso des Séances du Congrès*, grand in-8° de 267 pages. 10 fr.
- Les quatre volumes ensemble : 60 francs.*

Guide du conducteur des Ponts et Chaussées et du contrôleur des Mines, théorie et application, par A. DEBAUVE, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 3^e édition, augmentée d'un complément traitant les nouvelles matières exigées par le programme d'admission à l'emploi de conducteur des Ponts et Chaussées du 30 novembre 1900. 3 beaux volumes grand in-8° de 1.600 pages avec figures et 15 planches. 30 fr.

Le complément seul se vend séparément 10 francs.

Ouvrage rédigé conformément au dernier programme réglant l'admission au grade de conducteur ou de contrôleur des Mines. — Le premier volume comprend l'arithmétique, la géométrie, l'algèbre, la trigonométrie, la mécanique et les machines à vapeur.

La géométrie descriptive, le levé de plans, le nivellement, la cubature des terrasses, la pratique des travaux, les matériaux, la construction et l'entretien des routes sont traités dans le deuxième volume.

Ce guide si favorablement accueilli par le personnel des travaux publics forme la préparation naturelle à l'étude du *Manuel de l'ingénieur*; il est indispensable aux Conducteurs, Contrôleurs des Mines, Adjointes du Génie, Agents voyers, Chefs de districts et à tous les candidats à ces emplois.

Aide-mémoire des ingénieurs, des architectes, etc. — Partie théorique ou *Introduction à la science de l'ingénieur*. — Partie pratique : *Formules, tables, renseignements usuels*, par CLAUDEL, ingénieur civil.

- Partie théorique* (7^e éd.). — 1 fort vol. in-8° de 1.200 p. avec figures et planches..... 15 fr.
- Partie pratique* (10^e éd.). — 2 forts vol. in-8° de 2.100 p. avec figures et planches..... 30 fr.
- Traité de la construction des ponts et viaducs en pierre, en charpente et en métal**, pour routes, canaux et chemins de fer, par R. MORANDIÈRE, inspecteur général des Ponts et Chaussées, ancien professeur du cours de Ponts à l'École des ponts et chaussées. 2 gros vol. in-4° de 1890 p. et 1 atlas in-f° de 332 p. gravées..... 240 fr.
- Cours de construction des ponts**, professé à l'École des ponts et chaussées par Ph. CROIZETTE-DESNOYERS, inspecteur général des Ponts et Chaussées. 2 beaux vol. in-4° de 1074 p. et 1 atlas in-folio de 45 pl. 80 fr.
- Construction du pont Alexandre-III**, par RÉSAL et ALBY, ingénieurs des Ponts et Chaussées. In-8° et atlas..... 25 fr.
- L'Air comprimé et ses applications**, par PÉNOLET, ingénieur. 1 beau vol. in-8° avec 214 fig. et 6 gr. tableaux, relié..... 20 fr.
- Monographie des grands travaux publics**, par H. HERSENT, ingénieur civil, entrepreneur de travaux publics. 1 beau vol. gr. in-4° cartonné, accompagné de pl..... 60 fr.
- L'Achèvement du Canal de Panama**, par C. SONDEREGGER, ingénieur, grand in-8° de 200 pages, avec 88 figures et 3 cartes en couleurs... 9 fr.
- Cours de mécanique appliquée aux constructions**, par Edouard COLLIGNON, inspecteur général des Ponts et Chaussées, professeur à l'École des ponts et chaussées.
- 1^{re} partie : *Résistance des matériaux* (3^e éd.). — 1 fort vol. in-8° avec fig. et pl..... 13 fr.
- 2^e partie : *Hydraulique* (2^e éd.). — 1 fort vol. in-8° avec figures et planches..... 13 fr.
- Traité élémentaire et pratique de la résistance des matériaux et de la stabilité des constructions civiles**, par Abel de VILLIERS DE L'ISLE-ADAM; avec une préface de M. Th. RICOUR, inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite. In-8° de 332 pages avec fig. Br., 8 fr. 50; cart. 10 fr.
- Statique graphique appliquée. Traité élémentaire de résistance des matériaux**, par HAUSSER, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, et L. CUNQ, chef de section aux chemins de fer du Midi. T. 1^{er} : *Principes généraux, charpentes, poutres droites sur deux appuis*. — 1 fort vol. in-8° avec fig. et pl..... 25 fr.
- Cubature des terrasses et mouvement des terres**, par B. SAINT-PAUL..... 4 fr. 50
- Levés de plans à la stadia**, par MOINOT, ingénieur civil, attaché aux études du réseau central de la Compagnie d'Orléans. 1 vol. gr. in-8°, relié..... 7 fr. 50
- Notes pratiques pour études de tracés; application du tachéomètre.
- Cours de Chemins de fer**. — Matériel roulant, traction, voies, exploitation; professé à l'École nationale supérieure des Mines, par E. VICAIRE, inspecteur général des Mines, rédigé et terminé par E. MAISON, ingénieur des Mines. grand in-4° de 783 pages autographiées, avec figures.... 30 fr.

Traité d'exploitation des chemins de fer, par A. FLAMACHE, A. HUBERTI et A. STÉVART, professeurs du cours de chemins de fer aux universités de Gand, Bruxelles et Liège.

T. I. — <i>Route. — Voie. — Appareils de la voie.</i> — 1 vol. gr. in-8° et 23 pl.	20 fr.
T. II. — 1 ^{er} fascicule. — <i>Signaux.</i> 1 vol. gr. in-8° et 17 pl.	15 fr.
T. II. — 2 ^e fascicule. — <i>Stations.</i> 1 vol. gr. in-8° et 26 pl.	15 fr.
T. III. — <i>Matériel de transport.</i> — 1 vol. gr. in-8° et 22 pl.	20 fr.
T. IV. — <i>Locomotive. — Traction-freins.</i> 1 v. gr. in-8° av. 38 pl.	40 fr.
L'ouvrage complet 100 fr. au lieu de	110 fr.

Les Chemins de fer en Amérique. Construction et exploitation, par E. LAVOINNE, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, et E. PONTZEN, ingénieur. 2 beaux vol. gr. in-8° et 2 atlas de 77 planches. 100 fr.
On vend séparément :

T. I. — <i>Construction.</i> — 1 vol. et 1 atlas	50 fr.
T. II. — <i>Exploitation, voie étroite, tramways.</i> 1 vol. et atlas.	50 fr.

Construction et exploitation des tramways, par J.-D. KINNEAR-CLARK, ingénieur anglais, traduit et augmenté de notes par CHEMIN, ingénieur des Ponts et Chaussées. 1 vol. in-8° et 1 atlas cart. 25 fr.

Guide du chef de district et du chef de section des chemins de fer, à l'usage des agents du contrôle et des agents des travaux des chemins de fer, par Raoul MORÉAU, ancien chef de district, conducteur des Ponts et Chaussées. In-8° avec figures. 5 fr.

Traité complet des chemins de fer économiques, d'intérêt local, départementaux, industriels, agricoles, tramways, voies en services fixes ou mobiles, par OPPERMANN, directeur des *Annales de la Construction*. 1 fort vol. gr. in-8° de 600 p. av. atlas de 48 pl. 35 fr.

Etude sur les signaux des chemins de fer français, par Ed. BRAME, inspecteur général des Ponts et Chaussées, et L. AGUILON, ingénieur des Mines (2^e éd.). 1 vol. gr. in-8° et 1 atlas de 43 pl. 30 fr.

Manuel pratique du poseur de voies de chemins de fer, par SALIN, inspecteur de la voie au chemin de fer d'Orléans (2^e éd.). — 1 vol. gr. in-18 avec pl. 2 fr. 50

Tables pour le tracé des courbes de chemins de fer, routes et canaux, par GAUNIN, ancien chef de section principal de la Compagnie d'Orléans, édition de 1896, augmentée d'un **Recueil de coordonnées**, par HOUDAILLE, inspecteur de la voie de la Compagnie d'Orléans, et BERNARD, ancien chef de section à la Compagnie de l'Est. — In-8°, cartonné
 12 fr. |

Les Travaux souterrains de Paris, par BELGRAND, membre de l'Institut, inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur des eaux et égouts de Paris.

T. I. — <i>La Seine.</i> 1 fort vol. in-8° avec fig. et atlas	40 fr.
T. II. — <i>Les aqueducs romains.</i> 1 vol. in-8° et atlas.	30 fr.
T. III. — <i>Les anciennes eaux.</i> 1 fort vol. in-8° et atlas	70 fr.
T. IV. — <i>Les eaux nouvelles.</i> 1 fort vol. in-8° et atlas	55 fr.
T. V. — <i>Les égouts et les vidanges.</i> 1 fort vol. in-8° et atlas.	50 fr.

Distributions d'eau, Égouts, par E. DEBAUVE, inspecteur général des Ponts et Chaussées, et le D^r Ed. IMBEAUX, ingénieur des Ponts et Chaussées, directeur du service municipal de Nancy. *Nouvelle édition sous presse.*

Assainissement des villes par l'eau, les égouts, les irrigations, par MILLE, inspecteur général des Ponts et Chaussées. 1 vol. gr. in-8° avec planches colorées..... 25 fr.

Traité d'assainissement industriel comprenant la description des principaux procédés employés dans les centres manufacturiers de l'Europe occidentale pour protéger la santé publique et l'agriculture contre les effets des travaux industriels, par M. DE FREYCINER, ingénieur en chef des Mines. 1 vol. in-8° et 1 atlas de 21 pl..... 10 fr.

Traité d'architecture, par Léonce REYNAUD, ancien professeur d'architecture à l'École polytechnique. 4^e édit., nouv. tirage, 2 b. vol. in-4° de texte, accompagnés de 2 atlas in-folio de 179 pl. magnifiquement gravées. 165 fr.

La 1^{re} partie. — *Art de bâtir*..... 75 fr.

La 2^e partie. — *Composition des édifices*..... 90 fr.

Cet important ouvrage, couronné par l'Institut, honoré de souscriptions annuelles par les Ecoles spéciales, est le livre préféré de l'élève, de l'ingénieur et de l'architecte.

Le premier volume contient l'étude des matériaux, les formules de résistance; il traite complètement les constructions en pierre : fondations, murs, colonnes de différents ordres, pilastres, cariatides, arcades, portes et fenêtres, soubassements, attiques, corniches, frontons, balustrades, plafonds, voûtes, escaliers, parements et couvertures; la charpente, la menuiserie et les constructions en fer y sont amplement décrites.

L'esthétique, l'histoire et les conditions actuelles des édifices font l'objet du second volume, qui comprend, en outre, les principes généraux de la composition, les principales parties des monuments et, enfin, les monuments eux-mêmes : églises, monuments honorifiques, édifices d'utilité publique, théâtres, habitations, etc.

Petites constructions françaises. — Par un Comité d'architectes. 4 vol. contenant 400 pl. en couleur..... 120 fr.

Cet ouvrage a l'avantage d'être éminemment pratique, différent en cela d'autres recueils qui, fort intéressants, d'ailleurs, au point de vue de l'art, ont le défaut de ne pas présenter une utilité immédiate.

Nos *Petites Constructions françaises*, au contraire, s'adressent plus spécialement aux constructeurs, aux entrepreneurs. Elles leur fournissent tous les renseignements nécessaires non seulement à la construction, à l'exécution du travail, mais encore ceux indispensables à l'établissement des prix de revient.

En effet, chacune des planches contient les façades, plans, coupes et tous détails d'exécution qu'on peut désirer, tirés avec le plus grand soin en couleur, et, de plus, un devis descriptif et un devis estimatif extrêmement détaillés, qui permettent de se rendre compte du travail à effectuer et de la dépense à prévoir.

Ce recueil contient uniquement des constructions d'un usage courant, telles que : petites maisons bourgeoises, habitations pour le bord de la mer, maisons de campagne, écuries et remises, rendez-vous de chasse, maisons forestières, ateliers, maisons pour ouvriers et employés, hôtel et

restaurant, etc. Les *Petites Constructions françaises* présentent, on le voit, des modèles extrêmement variés pour presque tous les cas qui peuvent s'offrir et seront indispensables à tous ceux qui ont à bâtir.

Pratique de l'art de construire. Maçonnerie et terrassements, charpente, couverture et autres travaux de bâtiment. — Matériaux et calculs de résistance. — Estimation des travaux, par J. CLAUDEL, ingénieur civil, et LAROQUE, entrepreneur de travaux publics. 6^e édition complètement refondue et augmentée de chapitres nouveaux, par L.-A. BARRÉ, ingénieur civil, professeur à l'Association polytechnique. 1 fort vol. in-8° de 1.108 p. avec 1.028 fig. Br., 18 fr.; cart. 19 fr. 50

La Construction. Principes et applications, par P. COMBAZ, officier du Génie, professeur à l'Académie des beaux-arts de Bruxelles.

T. I (paru). — *Connaissance des matériaux.* Grand in-8° de 453 pages, avec 254 figures.

T. II (paru). — *Résistance des matériaux.* Grand in-8° de 490 pages, avec 270 figures.

T. III (paru). *Terrassements, fondations, maçonneries, ciment armé.* Grand in-8° de 317 pages, avec 437 figures.

T. IV (pour paraître prochainement). *Charpentes en bois et menuiserie. Couverture.*

T. V (pour paraître prochainement). *Construction en fer, serrurerie, peinture, etc.*

Prix de l'ouvrage complet en souscription : 70 francs.

Construction architecturale en fonte, fer et acier, par A. VIMENDEL, ingénieur en chef, directeur du Service technique de la Flandre occidentale, professeur à l'Université de Louvain. Un vol. grand in-8° de ix-879 pages avec 226 figures et 1 atlas de 135 planches in-folio en carton. 200 fr.

La Construction en ciment armé. — Théories et systèmes divers, Applications générales, par MM. C. BERGER, architecte, et GUILLERME, ingénieur, préface de E. CANDLOT, grand in-8° de 894 pages, avec 486 figures et 1 atlas de 49 planches in-4° 40 fr.

Traité de l'art de la charpenterie, par EMY, colonel du génie (2^e édit.). 3 beaux vol. in-4° et atlas in-folio de 187 pl. cartonné. 125 fr.

Ce traité est le seul où on puisse étudier méthodiquement les progrès de l'art de la charpenterie et qui renferme toutes les applications du bois aux différents modes de construction. La deuxième édition, revue par L.-A. BARRÉ, ingénieur civil, a été augmentée de la Charpenterie métallique, dans laquelle sont donnés des tableaux de résistance des supports en bois, en fonte de fer, les assemblages métalliques et leurs combinaisons dans les planchers et combles; c'est l'ouvrage le plus complet sur cette question.

Les Grands Barèmes de la Construction métallique, par R. CROS, ingénieur des Arts et Manufactures, constructeur.

1^{er} volume. — Barèmes généraux : Flexion, compression, traction, torsion, poids des matériaux. In-4° oblong avec figures. 35 fr.

2^e volume. — Poutres en treillis et à âme pleine. In-4° oblong avec figures 35 fr.

Manuel pratique du charpentier en fer à l'usage des constructeurs, contrôleurs, chefs d'ateliers et des élèves des écoles spéciales, par L. DELALOE, ingénieur civil. 2^e édition. Grand in-8° avec fig. et pl. . 6 fr.

- Calcul et construction des coupes métalliques réticulaires**, par P.-H. BRUNELLI..... 10 fr.
- Traité spécial de la coupe des pierres**, par DOULIOR, professeur de construction (2^e édit.). 1 vol. in-4° et 1 atlas..... 30 fr.
 Cette deuxième édition, revue et augmentée par Clauzel, Barré et Jay, a été composée spécialement pour les ouvriers et ceux qui les conduisent : c'est le guide préféré de toutes les personnes qui sont sur les travaux.
- Album du cours de stéréotomie** (*charpente et coupe de pierres*), professé à l'École centrale des Arts et Manufactures, par G. LÉVI. Atlas de 34 planches in-folio 50 X 32, dans un carton..... 9 fr.
- L'Enseignement professionnel du Menuisier**, par LÉON JAMIN, ancien menuisier, ancien commis et chef d'atelier, ancien collaborateur au *Roubo*, ex-professeur de menuiserie et de traits à diverses sociétés ouvrières. L'ouvrage complet comprend deux beaux volumes de texte in-4°, 1100 p. environ, et 2 atlas in-folio contenant ensemble 200 pl.... 100 fr.
- Nouveau Vignole des menuisiers**, par COULON, ancien menuisier, professeur de dessin. 1 vol. in-4° et atlas de 84 pl..... 20 fr.
 Ouvrage théorique et pratique, utile aux ouvriers, contremaitres et entrepreneurs. Il comprend : 1^o des éléments de géométrie descriptive; 2^o les règles des cinq ordres d'architecture; 3^o la menuiserie de clôture, de revêtement et de distribution; 4^o les escaliers de différents genres; 5^o les ouvrages cintrés; 6^o les persiennes, portes, croisées, chambranles, etc.; 7^o les arrière-vousures; 8^o la menuiserie des églises, etc.
- Chauffage et ventilation des bâtiments.** — *Technologie de la chaudière*, par FERRINI. — Traduit de l'italien et augmenté d'un appendice, par ARCHINARD, ingénieur civil. 1 beau vol. grand in-8° avec figures et planches..... 48 fr.
- Cours de calcul différentiel et intégral**, par Paul HAAG, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, professeur à l'École des Ponts et Chaussées, répétiteur à l'École polytechnique. 1 vol. in-8° de 600 pages, broché..... 42 fr.
- Cours d'analyse** de l'École préparatoire à l'externat de l'École des Ponts et Chaussées, par Ed. COLLIGNON, professeur à l'École des Ponts et Chaussées. Le cours et le complément, 2 vol. in-8° avec fig..... 20 fr.
- Éléments d'analyse** à l'usage des conducteurs des Ponts et Chaussées aspirant au grade d'ingénieur, par LACAZE, ingénieur des Ponts et Chaussées, ancien conducteur. 1 vol. in-8° avec 8 pl..... 42 fr.

5^o GÉOLOGIE, MINÉRALOGIE, MINES ET MÉTALLURGIE

- Annales des Mines.** — Abonnement annuel :
- | | |
|-------------------|--------|
| Paris..... | 20 fr. |
| Départements..... | 24 fr. |
| Etranger..... | 28 fr. |
- Agenda Dunod : Mines et métallurgie.....** 2 fr. 50

- Recherches minières.** — Travaux de surface, sondages. — Géologie. — Minéralogie. — Analyses. — Evaluation, par COLOMER, ingénieur civil des Mines. In-8° avec fig. 7 fr. 50
- Etudes synthétiques de géologie expérimentale,** par DAUBRÉE, membre de l'Institut, ancien directeur de l'École nationale supérieure des Mines. 1 fort vol. gr. in-8° avec nombreuses fig. et pl. 37 fr. 50
- Les Eaux souterraines aux époques anciennes et actuelles,** par DAUBRÉE de l'Institut. 3 forts vol. in-8° avec nombreuses fig. et pl. 50 fr.
- Traité des gîtes métallifères,** par VON GADDER, directeur de l'Académie des Mines de Clausthal, traduit de l'allemand par KUSS, ingénieur des Mines. 1 vol. in-8° avec 108 fig. 45 fr.
- Géologie et minéralogie appliquées.** — Les minéraux utiles et leurs gisements, par Henri CHARPENTIER, ingénieur civil des Mines. 1 vol. gr. in-16 de 643 p., avec 115 fig. Reliure en monton souple. 42 fr.
- Les Causes actuelles en géologie,** par Stanislas MEUNIER. 1 beau vol. in-8° avec nombreuses fig. 40 fr.
- Tableaux géologiques des terrains indiquant leurs divisions et leurs subdivisions, les principaux fossiles qui s'y rapportent et les minerais utiles exploités ou reconnus dans chacun d'eux,** par DEPONT, ingénieur en chef des Mines. 1 vol. in-4° 5 fr.
- Géologie régionale de la France,** par Stanislas MEUNIER. 1 fort. vol. in-8° 17 fr. 50
- Traité de cristallographie géométrique et physique,** par MALLARD, inspecteur général des Mines, professeur à l'École des Mines. Tomes I et II. 2 beaux vol. in-8° avec 282 fig. dans le texte et 1 atlas de 17 pl. en couleurs. 45 fr.
- Manuel de minéralogie,** par DES CLOIZEAUX, membre de l'Institut, professeur au Muséum.
Tomes I et II, 2 vol. in-8° et atlas. 45 fr.
- Tableaux minéralogiques,** par ADAM. 1 vol. in-4° 40 fr.
- Cours d'exploitation des mines,** par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, inspecteur général des Mines, membre de l'Institut, directeur de l'École nationale supérieure des Mines. 2^e édit., revue et considérablement augmentée, avec la collaboration de M. BÈS DE BERC, ingénieur des Mines. (En réimpression.)
- Exploitation des mines.** — Généralités. — Mines en exploitation. — Extraction du minerai. — Services généraux d'une exploitation, par COLOMER, ingénieur civil des Mines. Gr. in-16 avec fig. Reliure en monton souple. 9 fr.
- Traité général de l'emploi de l'électricité dans l'industrie minière.** — Sources d'énergie et production d'électricité. Distribution de force motrice et de lumière par courants triphasés. Application aux divers usages des mines. Organisation et règlements de service, par LAPOSTOLLET, ingénieur en chef des services du jour des mines de Carmaux, ancien ingénieur du service électrique de la Société alsacienne de Constructions mécaniques. In-8° 16 × 26 de 306 pages avec 67 figures. 7 fr. 50

- Analyses nécessaires au chimiste-métallurgiste**, suivies d'une méthode générale d'analyse qualitative et d'une étude des travaux pratiques effectués dans un laboratoire, par Joseph GADET, ingénieur des Arts et Manufactures, et Georges RONICQ, chimiste-métallurgiste..... 8 fr.
- Statistique générale des richesses minérales et métallurgiques de la France** et des principaux Etats de l'Europe, par DE VILLARS, officier supérieur du génie en retraite, surveillant à l'École nationale supérieure des Mines. 1 vol. in-4° cartonné..... 20 fr.
- Traité de métallurgie**, par GAUXER, inspecteur général des Mines, ancien professeur à l'École supérieure des Mines. T. I et 1^{re} partie du t. II. 2 vol. gr. in-8° et atlas in-f° de 42 pl..... 60 fr.
- Album de dessins concernant la fabrication de l'acier Martin**. — 1^{er} fascicule. Fourns Martin, par H. PAVLOFF, professeur à l'École supérieure des Mines d'Ekaterinoslav. Atlas in-4° de 52 planches de format oblong, avec légende explicative en français, anglais et russe..... 15 fr.
- Album de 127 planches lithographiées concernant la fabrication de la fonte**. — Hauts-fourneaux et accessoires, chaudières. Machines et appareils divers, par PAVLOFF, professeur à l'École supérieure des Mines d'Ekaterinoslav. La légende des planches est en français, en anglais et en russe. In-folio oblong 34 × 26..... 25 fr.
- Les aciers spéciaux. Aciers au nickel. Aciers au manganèse. Aciers au silicium**, par LÉON GUILLET, docteur ès sciences, ingénieur des Arts et Manufactures, avec une préface de H. LE CHATELIER, ingénieur en chef des Mines. In-4° 22 × 28 de 100 pages avec 28 figures..... 10 fr.
- Recherches physiques et physico-chimiques sur l'acier au carbone**, par Carl BENEDICKS. In-8° 16 × 27 de 230 pages avec 41 figures et 13 planches de photogrammes..... 12 fr. 50
- Les alliages métalliques**. — Etude théorique, par L. GUILLET, docteur ès sciences, ingénieur des Arts et Manufactures, lauréat de la Société des ingénieurs civils de France. In-8° 16 × 26 de 240 p., avec 117 fig.... 7 fr. 50
- Les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie**, par E. GLASSER, ingénieur des Mines. In-8° 16 × 26 de 560 p. et 6 planches..... 10 fr.
- Les Plaques de blindage**. — Emploi des métaux. — Essais, par L. BACLÉ..... 40 fr.
- Exploitation et traitement des minerais aurifères**, par CUMENGE et FUCHS, ingénieurs en chef des Mines. 1 vol. gr. in-8° avec pl. 12 fr. 50
- Traitement des minerais auro-argentifères**, par CUMENGE et FUCHS, ingénieurs en chef des Mines. 1 vol. in-8° avec pl..... 17 fr. 50
- Exploitation hydraulique de l'or en Californie**. — Notice par SAUVAGE, ingénieur en chef des Mines. 1 vol. in-8° avec pl..... 4 fr. 50
- Gisement et exploitation de l'or en Californie**, par LAUR, ingénieur civil des Mines. 1 vol. in-8° avec pl..... 7 fr. 50
- Guide pratique pour la recherche et l'exploitation de l'or en Guyane française**, avec une annexe donnant le texte des décrets qui régissent les placers dans la colonie, par E.-D. LEVAT, ingénieur civil des

- Mines, chargé de mission en Guyane. Ouvrage honoré d'une souscription du Ministère des Colonies. Gr. in-8° avec 6 pl. 9 fr.
- L'Or dans la nature : Minéralogie. — Géologie. — Etudes des principaux gîtes aurifères. — Statistique**, par E. CUMENGE, ingénieur en chef honoraire des Mines, et F. ROBELLAZ, ingénieur civil des Mines. *Premier fascicule*. Gr. in-8° avec fig. et 13 pl. 10 fr.
- Les Mines de l'Afrique du Sud.** — Transvaal, Rhodésie, etc. — Or et diamant : géologie, exploitation, traitement, par A. BORDEAUX, ingénieur civil des Mines. Gr. in-8° et 8 pl. 9 fr.
- Les Mines d'or du Transvaal**, par DE LAUNAY, ingénieur des Mines (*Annales des Mines*, livraison de janvier 1896). 3 fr. 50
- Les Mines d'or de l'Australie (province de Victoria) et le gîte d'argent de Broken Hill.** — Etude géologique, par BABU, ingénieur des Mines. In-8° et 4 pl. 3 fr.
- L'Argent et l'Or, production, consommation et circulation des métaux précieux**, par ROSWAG, ingénieur civil des Mines.
T. I. *Production*. 1 fort vol. in-8° avec pl. 25 fr.
— II. *Consommation et circulation*. 4 fort vol. in-8° avec pl. 25 fr.
- Manuel du géomètre souterrain**, par SARRAN, garde-mines. 1 vol. in-8° et 1 atlas. 9 fr.
- Nouvelles tables de sinus naturels pour le levé des plans de mines**, par THORMANN et SARRAN. 1 vol. gr. in-8°, cartonné. 6 fr.

6° ADMINISTRATION ET LÉGISLATION.

- Les Travaux publics** et les ingénieurs des Ponts et Chaussées depuis le xvi^e siècle jusqu'à nos jours. Ouvrage historique et administratif, orné de 30 beaux portraits, par A. DEBAUVE. 1 vol. gr. in-8° 12 fr.
- Conférences sur l'administration et le droit administratif** faites à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées, par M. Léon Aucoc, membre de l'Institut, ancien président de section au Conseil d'Etat.
T. I. — *Organisation et attribution des pouvoirs publics* (3^e édit.). 1 vol. in-8° 12 fr. 50
T. II. — *Règles générales relatives à l'exécution des travaux publics. — Service des Ponts et Chaussées. — Finances publiques. — Marchés et concessions. — Domaines. — Expropriations. — Plus-values. — Associations syndicales* (3^e édit.). 1 vol. in-8° 14 fr.
- Dictionnaire administratif des travaux publics**, par A. DEBAUVE, inspecteur général des Ponts et Chaussées, 3^e édit., augmentée d'un supplément. 4 vol. gr. in-8° 60 fr.
Les 3 premiers volumes sont les mêmes que ceux de la 2^e édition, qui renferment, par ordre alphabétique, tous les documents administratifs publiés avant 1892.
Le 4^e volume, qui comprend un ordre alphabétique spécial, renfermant les documents de 1892 à 1903, forme le supplément de cette édition, et se vend séparément 10 fr.

- Chemins de fer exécutés par l'Etat.** — Guide pratique des expropriations des terrains, avec la manière de dresser et de présenter les formules et les diverses pièces de la procédure, par LAZERGES, conducteur des Ponts et Chaussées, chef du service des expropriations des chemins de fer de l'Etat à Toulouse. 1 beau vol. in-8°..... 15 fr.
- Manuel du commissaire de surveillance administrative des chemins de fer,** par MATHIEU, contrôleur des Mines, in-8°..... 6 fr.
- Traité pratique de la jurisprudence des mines, minières, forges et carrières,** par DUPONT, ingénieur en chef des Mines (2^e édit.). 3 vol. in-8°..... 25 fr.
- Cours de législation des mines,** par DUPONT, ingénieur en chef des Mines. 1 fort vol. in-8°..... 15 fr.
- Législation minière et Contrôle des Mines,** par T. CUVILLIER, contrôleur principal des Mines, in-8° de 788 pages..... 12 fr.
- Du choix d'une carrière industrielle,** par Paul BLANGARNOUX, ingénieur-publiciste, rédacteur en chef du *Journal des Inventeurs*, avec une préface de Paul ADAM. In-8° 14 × 23 de 377 p. Br., 7 fr. 50; cart.. 9 fr.
- Droit civil.** — Notions générales. — Des personnes. — Des biens. — Des différentes manières dont on acquiert la propriété, par Louis MARTIN, professeur libre de droit, membre de la Chambre des Députés..... 8 fr.
- Droit commercial et Législation industrielle,** par Louis MARTIN, professeur libre de droit, membre de la Chambre des Députés..... 10 fr.
- Droit administratif général,** par Paul TOUZAC, licencié en droit, rédacteur au Ministère des Travaux publics..... 9 fr.
- Procédure civile et Droit pénal.** — Organisation judiciaire. — Procédure devant les tribunaux. — Procédures diverses. — Code pénal et Code d'instruction criminelle, par M. Louis MARTIN, professeur libre de droit, membre de la Chambre des Députés..... 8 fr.
- Exécution des Travaux publics.** — Etude législative et administrative, par DARDART, conducteur principal des Ponts et Chaussées..... 12 fr.
- Organisation des services de Travaux publics en France.** — Services des Ponts et Chaussées, des Mines, des Chemins de fer. — Services d'intérêt collectif. — Services auxiliaires, par E. CAMPREDON, ingénieur civil des Mines..... 8 fr.
- Comptabilité des Travaux publics et tenue des bureaux des services des Ponts et Chaussées,** par HERBERT, secrétaire-régisseur de l'Ecole nationale supérieure des Mines..... 12 fr.
- Rôle économique et social des voies de communication.** — Routes. — Voies ferrées. — Voies navigables. — Voies maritimes. — Voies électriques, par M. E. CAMPREDON, ingénieur civil des Mines, inspecteur départemental du travail dans l'industrie..... 10 fr.
- Législation et contrôle des appareils à vapeur,** par T. CUVILLIER, contrôleur principal des Mines..... 8 fr.
- L'automobile devant la justice.** — Accidents. Responsabilités. Procès. Difficultés diverses, par J. IMBREGO, avocat à la Cour de Paris, avec une préface de BAUDRY DE SAUNIER, rédacteur en chef de *La Vie Automobile*. In-8° 14 × 23 de xiii-179 pages..... 5 fr.

BIBLIOTHÈQUE DU CONDUCTEUR DE TRAVAUX PUBLICS

PROGRAMME ET PRIX DES VOLUMES PARUS ET A PARAÎTRE

GÉNÉRALITÉS		
1 Mathématiques.....	8 50	1 ^{er} vol.: Instru- ments..... 12
2 Mécanique, hydraulique et thermodynamique.....	9 »	7 Id. 2 ^e vol.: Méthodes..... 15
3 Physique et Chimie.....	8 50	8 Travaux graphiques..... 12
4 Résistance des matériaux. T. I.....	15 »	9 Maçonneries..... 10
5 Id. T. II.....		10 Bois et métaux..... 8
6 Topographie. Etudes et opérations sur le terrain :		11 Tracé et Terrasse- ments..... 15
		12 Fouilles et fondations..... 10
		13 Droit civil..... 8
		Droit administratif général..... 9 »
		Economie politique, statis- tique..... 8 »
		Droit commercial et industriel..... 10 »
		Procédure civile et droit pénal..... 8 »
		Exécution des tra- vaux publics..... 12 »
		Organisation des services de tra- vaux publics..... 8 »
		20 Comptabilité des travaux publics... 12 »
		21 Comptabilité des services techniques municipaux et départementaux..... 9 »
		22 Rôle économique et social des voies de communication 10 »
		23 Rapports de service..... 8 »
		24 Hygiène..... 7 50

SPÉCIALITÉS		
SECTION I. — CHAUSSÉES ET PONTS		40 Pisciculture, ostréiculture, mytiliculture..... 8
25 Ponts en maçonnerie.....	12 »	41 Droit administratif. Des eaux..... 10
26 Ponts en bois et en métal.....	15 »	Total..... 76
27 Routes et chemins vicinaux.....	12 »	7 volumes. — En souscription. 70 fr.
28 Droit administratif. De la voirie.....	8 »	SECTION IV. — CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS
Total.....	47 »	42 Construction et voie..... 12 50
4 volumes. — En souscription. 43 fr.		43 Locomotive et maté- riel roulant..... 12
SECTION II. — SERVICE MUNICIPAL		44 Exploitation tech- nique..... 16
29 Voie publique.....	12 »	45 Exploitation commerciale... 8
30 Distribution d'eau.....	15 »	46 Tramways et auto- mobiles..... 12
31 Egouts. — Assainis- sement.....	18 »	47 Législation des chemins de fer et tramways.... 9
32 Plantations, jardins et promenades... 11 »		48 Contrôle des che- mins de fer..... 12
33 Eclairage.....	12 »	Total..... 81 50
34 Droit administratif. De la voirie urbaine.....	8 »	7 volumes. — En souscription. 74 fr.
Total.....	76 »	SECTION V. — MINES. — MACHINES
6 volumes. — En souscription. 70 fr.		49 Géologie et miné- ralogie appliquées 12
SECTION III. — NAVIGATION		50 Exploitation des Mines 9
35 Fleuves et rivières navi- gables.....	12 »	51 Chaudières à vapeur 12
36 Canaux et rivières canalisées.....	12 »	52 Machines à vapeur 15
37 Ports maritimes.....	15 »	53 Machines hydrau- liques..... 10
38 Phares et balises.....	10 »	
39 Exploitation des ports.....	9 »	
		65 Id. 3 ^e partie..... 15 »
		66 Id. 4 ^e à 8 ^e parties. 15 »
		67 Génie rural..... 10 »
		68 Code rural..... 8 »
		Total..... 69 »
		6 volumes. — En souscription. 63 fr.
		SECTION VIII. — ÉLECTRICITÉ. — PHOTOGRAPHIE
		69 Théorie et produc- tion de l'électricité 12 »
		70 Applications indus- trielles de l'électri- cité..... 12 »
		71 Photographie. — Re- production des dessins..... 9 »
		Total..... 33 »
		3 volumes. — Ensemble. 30 fr.
		SECTION IX. — SCIENCES MILITAIRES
		72 Génie..... 12 »
		73 Sciences et arts mi- litaires..... 12 »
		Total..... 24 »
		2 volumes. — En souscription. 22 fr.
		SECTION VII. — AGRICULTURE
		Agriculture..... 9 »
		Hydraulique agri- cole, 1 ^{re} et 2 ^e parties... 12 »
		Total..... 83 »
		3 volumes. — En souscription. 75 fr.
		SECTION VI. — CONSTRUCTIONS CIVILES ADMINISTRATIVES ET MILITAIRES
		Architecture..... 15 »
		Charpente et couver- ture..... 10 »
		Menuiserie, serru- rie, plomberie, peinture, vitrerie... 10 »
		Fumisterie, chauf- fage et ventilation 10 »
		Devis et évalua- tions..... 15 »
		Bâtisses publiques pour villes et villages..... 15 »
		Législation du bâtiment... 8 »
		Total..... 83 »
		3 volumes. — En souscription. 75 fr.
		SECTION VII. — AGRICULTURE
		Agriculture..... 9 »
		Hydraulique agri- cole, 1 ^{re} et 2 ^e parties... 12 »
		Total..... 21 »

La Table des matières de chacun des 51 volumes parus peut être payé en deux fois : la moitié, un mois après la réception de ce volume ; l'autre moitié, trois mois après le premier versement.

Souscription à la collection entière au prix de 580 francs.

Une souscription à 10 volumes donne droit à une réduction de 10 0/0 sur les prix marqués, et une demande de 20 volumes à 15 0/0.

Ces souscriptions peuvent être payées à raison de 10 francs par mois, ou au comptant, avec un escompte supplémentaire de 5 0/0.

REVUE DE MÉCANIQUE

PUBLIÉE SOUS LE

Patronage et la Direction technique d'un Comité de Rédaction

HATON DE LA GOUPILLIÈRE, G. O. ✱, Membre de l'Institut
Inspecteur général des Mines, *Président*

Secrétaire de la Rédaction :

Gustave RICHARD, ✱, *Ingénieur civil des Mines*

Une livraison d'environ 100 pages
grand format avec nombreux dessins, tous les mois

ABONNEMENT ANNUEL :

Paris et départements..... 36 fr. | Étranger..... 40 fr.

Depuis huit ans à peine que la *Revue de Mécanique* paraît, fidèle au programme que lui a tracé son Comité de rédaction, son succès s'est affirmé d'une façon éclatante aussi bien à l'étranger qu'en France; elle s'est placée au premier rang parmi les publications techniques.

L'objet de cette Revue est de mettre à la disposition des mécaniciens et de tous ceux qui s'intéressent à la mécanique un journal exclusivement consacré à cet art si important.

Chacun des numéros mensuels de la *Revue de Mécanique* comprend, avec les planches et dessins nécessaires :

1° Un ou plusieurs *articles de fond* ou mémoires entièrement originaux, sur des sujets choisis parmi les plus intéressants de la mécanique : travaux théoriques ou expérimentaux, monographies complètes de machines ou d'appareils d'un intérêt ou d'une importance exceptionnels.

2° Des articles ou *revues*, réparties en *séries* correspondant aux principales branches de la mécanique : moteurs à vapeur, à gaz, à pétrole, hydrauliques; machines marines, locomotives, automobiles; machines frigorifiques, machines-outils, machines agricoles; appareils de levage; mécanismes; armes de guerre; horlogerie, etc.

3° Une *chronique*, consacrée aux actualités qui ne trouveraient pas une place immédiate dans les deux divisions précédentes : bibliographie, informations, etc.

En outre, chaque mois, la Revue publie une *Littérature* des principales publications techniques, résumant, avec croquis à l'appui, tout ce qu'elles ont publié d'intéressant pour le mécanicien, qui est ainsi tenu parfaitement au courant de toutes les nouveautés.

Un numéro spécimen est envoyé contre 0^{fr},50 de timbres.

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.

V^e CH. DUNOD, ÉDITEUR
49, Quai des Grands-Augustins, PARIS, VI^e

AGENDAS DUNOD 1905

Construction

Revu par A. DEBAUVE
et E. AUCAMUS

27^e édition remaniée, tirée sur caractères neufs.
In-12 (10 × 15) de 315 pages avec figures.

Mines et Métallurgie

Géologie,
Exploitation des Mines,

Traitement des Minerais, par D. LEVAT

27^e édition, tirée sur caractères neufs.

In-12 (10 × 15) de 355 pages.

Mécanique

Résistance des Matériaux, Hydraulique,
Chaudières, Machines et Appareils

divers, Essais. Revu par G. RICHARD.

26^e édition, tirée sur caractères neufs.

In-12 (10 × 15) de 266 pages avec figures.

Chimie

Formules et Renseignements usuels,
par E. JAVET.

26^e édition remaniée, tirée sur caractères neufs.

In-12 (10 × 15) de 444 pages.

Électricité

par J.-A. MONTPELLIER.

27^e édition, tirée sur caractères neufs.

In-12 (10 × 15) de 308 pages avec figures.

Chemins de fer

par P. BLANC.

26^e édition remaniée, tirée sur caractères neufs.

In-12 (10 × 15) de 386 pages.

Usines et Manufactures

Construction
et Organisation.

Législation industrielle, par P. RAZOUS.

4^e édition.

In-12 (10 × 15) de 349 pages.

PRIX DE CHAQUE AGENDA :

Reliure de luxe en peau souple, tranches dorées :

2 Fr. 50

PARIS — 7, rue de Châteaudun, 7 — PARIS
Téléphone 222.22 — Adresse Télégraphique : Lavoimosès, Paris

OFFICE INTERNATIONAL
DE
BREVETS D'INVENTION

TÉLÉPHONE
222.22

Garantie en France et à l'Étranger

TÉLÉPHONE
222.22

POUR LA
DE LA
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COMMERCIALE, LITTÉRAIRE ET ARTISTIQUE

Brevets, Marques de fabrique, Dessins et Modèles

DIRECTEURS DE L'OFFICE :

LA VOIX & MOSÈS

INGÉNIEURS-CONSEILS

Ancien élève des Arts et Métiers | Ingénieur
et de l'École Centrale | des Arts et Manufactures
Membres de l'Association des Ingénieurs-conseils
en matière de propriété industrielle
Membres de la Société des Ingénieurs civils de France

SOMMAIRE DES OPÉRATIONS DE L'OFFICE :

OBTENTION DE BREVETS D'INVENTION DANS TOUS LES PAYS
Recherches des antériorités
Rapports techniques sur la valeur de certains Brevets
DIRECTION DES PROCÈS EN CONTREFAÇON
Consultations techniques et légales — Expertises
Actes de cessons de Brevets et de Licences d'exploitation
Négociations et Ventes de Brevets
Formation de Société d'étude et d'exploitation
Paiement des annuités de Brevets
Mise en exploitation des Brevets — Copies des Brevets

Office spécial pour la Direction des procès en contrefaçon

DÉPÔTS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER
DE MARQUES DE FABRIQUE ET DE COMMERCE

et de
DESSINS ET MODÈLES DE FABRIQUE

*L'Office a les meilleurs correspondants dans les capitales
et les grandes villes de tous les États ayant des lois sur la propriété
industrielle*

PARIS — 7, Rue de Châteaudun — PARIS



AGENDA

PREMIER TRIMESTRE

JANVIER (31 jours). — 1^{er}.

2.

3.



4 janvier.

5.

6.

7 janvier.

19 JANVIER

8.

11

9.

12

10 janvier.

11.

12.

14.

15.

16 janvier.

17.

31

18.

31

19 janvier.

20.

21.

22 janvier.

1850

23.

1850

24.

1850

25 janvier.

1871 47

26.

48

27.

49

28 janvier.

150/100 55

29.

150

30.

150

31 janvier.

FEVRIER (28 Jours) - 187

7 février.

8.

9.

10 février.

101951 21

11.

21

12.

21

13 février.

14.

15.

16 février.

1877-78

17.

85

18.

19

19 février.

Jan 21

20.

21

21.

21

22 février.

22 février

23.

23

24.

24

25 février.

250031 22

26.

22

27.

22

28 février.

VI — (ainoj 1E) ZHAM

MARS (31 jours). — 1^{er}.

2.

3.

4 mars.

21840

5.

6.

7 mars.

8.

9.

10 mars.

10 mars.

11.

11.

12.

12.

13 mars.

1878

14.

1878

15.

1878

16 mars.

19 mars

17.

20

18.

21

19 mars.

20.

21.

22 mars.

STANI 65

23.

1.00

24.

.75

25 mars.

1872

26.

1872

27.

1872

28 mars.

1860-1861

DEUXIEME TRIMESTRE

AVRIL (30 Jours) 1861

29.

30.

31 mars.

DEUXIÈME TRIMESTRE

AVRIL (30 jours). — 1^{er}.

2.

3.

B

4 avril.

DEUXIÈME TRIMESTRE

TABLE DES JOURS — 1^{re}

5.

6.

7 avril.

1000

8.

11

9.

12

10 avril.

livre 1

11.

12.

13 avril.

1775-76

14.

71

15.

81

16 avril.

1772 13

17.

14

18.

15

19 avril.

1995 20

20.

20

21.

21

22 avril.

1798

23.

1798

24.

1798

25 avril.

26.

27.

28 avril.

1877

29.

1877

30.

1877

MAI (31 jours). — 1^{er}.

2.

3.

4 mai.

Mai 31 1901

5.

6

6.

7

7 mai.

100 01

8.

11

9.

11

10 mai.

Jan 7

11.

8

12.

9

13 mai.

1893 81

14.

82

15.

83

16 mai.

1881 71

17.

71

18.

71

19 mai.

mai 19

20.

20

21.

21

22 mai.

juin 91

23.

19

24.

15

25 mai.

1891

26.

1891

27.

1891

28 mai.

Jan. 85

29.

85

30.

79

31 mai.

111 — (1890) 06) 2111

JUIN (30 jours). — 1^{er}.

1861 12

2.

3.

4 juin.

1897

5.

6.

7 juin.

8.

9.

10 juin.

1001 11

11.

11

12.

11

13 juin.

1906 01

14.

31

15.

31

16 juin.

1891, 91

17.

92

18.

93

19 juin.

1901 51

20.

51

21.

51

22 juin.

1881 22

23.

23

24.

24

25 juin.

1001 25

26.

1002

27.

1003

28 juin.

TROISIÈME TRIMESTRE

HEURE (en lettres) — 17

29.

30.

TROISIÈME TRIMESTRE

JUILLET (31 jours). — 1^{er}.

2.

3.

4 juillet.

4 juillet

5.

5

6.

6

c

7 juillet.

TROISIÈME TRIMESTRE

JUILLET (31 jours). — 1^{er}

8.

9.

10 juillet.

10 juillet

11.

11

12.

12

13 juillet.

13 juillet

14.

14

15.

15

16 juillet. 2

16 juillet 91

17.

17

18.

18

19 juillet.

19 juillet

20.

20

21.

21

22 juillet.

juillet 22

23.

23

24.

24

25 juillet.

25 juillet 09

26.

26

27.

27

28 juillet.

juillet 15

29.

30.

31 juillet.

juillet 83

31 juillet

juillet 83

juillet 83

AOUT (31 jours). — 1^{er}.

2.

3.

4 août.

201 - [illegible]

5.

2

6.

3

7 août.

1891

8.

1891

9.

1891

10 août.

11.

12.

13 août.

1886 01

14.

11

15.

11

16 août.

1708.11

17.

17

18.

18

19 août.

1908 22

20.

22

21.

22

22 août.

1892

23.

1892

24.

1892

25 août.

26.

27.

28 août.

1600 75

29.

1600

30.

1600

31 août.

SEPTEMBRE (30 jours) — 18

SEPTEMBRE (30 jours). — 1^{er}.

2.

3.

4 septembre.

Calendrier

5.

6.

7 septembre.

8.

9.

10 septembre.

septembre 11

11.

11

12.

11

13 septembre.

André Malraux III

14.

11

15.

11

16 septembre.

Journal de ...

17.

16

18.

17

19 septembre.

19 septembre

20.

20

21.

21

22 septembre.

22 septembre

23.

23

24.

24

25 septembre.

25 septembre

26.

26

27.

27

28 septembre.

QUATRIÈME TRIMESTRE

OCTOBRE (1^{er} jour) - 17

29.

30.

QUATRIÈME TRIMESTRE

OCTOBRE (31 jours). — 1^{er}.

2.

3.

4 octobre.

4 octobre

5.

6.

11

7 octobre.

octobre

QUATRIÈME TRIMESTRE

OCTOBRE (du 1^{er} au 31)

8.

9.

10 octobre.

10 octobre 61

11.

11

12.

12

13 octobre.

14.

15.

16 octobre.

Triples VI

17.

182

18.

17

19 octobre.

octobre 21

20.

21

21.

21

22 octobre.

22

23.

23

24.

24

25 octobre.

octobre 25

26.

26

27.

27

28 octobre.

28 octobre

29.

30.

31 octobre.

octobre 22

05

05

NOVEMBRE (30 jours). — 1^{er}.

NOVEMBRE

2.

3.

4 novembre.

NOVEMBRE 30 JOURS

5.

6.

7 novembre.

Hydrogène O₂

8.

10

9.

21

10 novembre.

sublime

11.

12.

13 novembre.

admission 01

14.

01

15.

01

16 novembre.

16 novembre 1911

17.

17

18.

18

19 novembre.

20.

21.

22 novembre.

22 novembre

23.

23

24.

24

25 novembre.

26.

27.

28 novembre.

28 novembre.

29.

29.

30.

30.

DÉCEMBRE (31 jours). — 1^{er}.

December 1

2.

3.

4 décembre.

1833

5.

6.

7 décembre.

indian 1/2 21

8.

11

9.

11

10 décembre.

11.

12.

13 décembre.

admirable

14.

15.

16 décembre.

16 décembre

17.

17

18.

18

19 décembre.

20.

21.

28 décembre.

29.

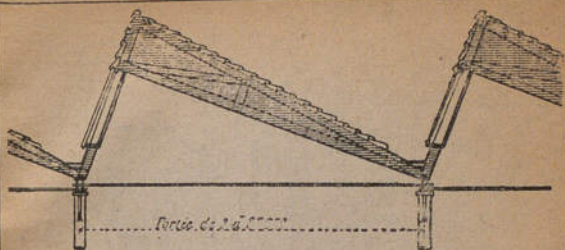
30.



31 décembre.



SCD LYON 1



PAUL SÉE, Ingénieur - Architecte, LILLE

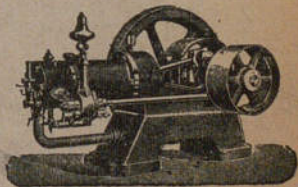
**ENTREPRISE DE
BATIMENTS INDUSTRIELS
600 USINES CONSTRUITES EN 40 ANS**

CHAUFFAGE — VENTILATION — SÉCHAGE
Économiseurs - Surchauffeurs - Réfrigérants, etc.

**FORCE MOTRICE ECONOMIQUE
PAR MOTEURS
DUPLIX**

de toutes puissances

**GAZ PAUVRE
ESSENCE
PÉTROLE
GAZ DE VILLE**



Usine DUPLEX, à Ferrière-la-Grande (Nord)
PARIS — 130, RUE LAFAYETTE, 130

ETABLISSEMENTS INDUSTRIELS E.-C. GRAMMONT

ALEXANDRE GRAMMONT, Succ^R

Administration centrale, à PONT-DE-CHÉRU Y (Isère)

AFFINAGE, LAMINAGE

et

TRÉFILERIE DE CUIVRE

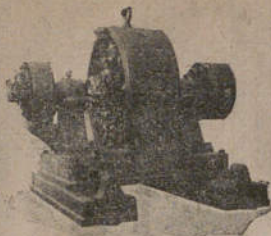
CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES

Pour toutes applications

CAOUTCHOUC - EBONITE - CABLES SOUS-MARINS

USINES à Pont-de-Chéry, La Plaine-Chavanoz (Isère), Saint-Tropez (Var)

Expositions Internationales de Bruxelles, 1897; Paris 1900, GRAND PRIX



DYNAMOS, ALTERNATEURS

MOTEURS

ET TRANSFORMATEURS

Éclairage Electrique -- Traction

Transport d'énergie

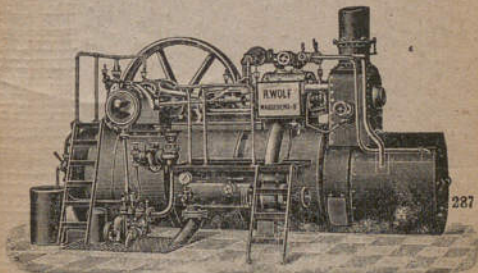
PARIS 1900 — GRAND PRIX

R. WOLF

MAGDEBOURG-BUCKAU

Représentant: H. BUSCHER, BRUXELLES

126, rue Traversière



DEMI-FIXES ET LOCOMOBILES

munies de chaudières à système tubulaire amovible ;
cylindres placés dans le dôme à vapeur.

DEMI-FIXES A VAPEUR SURCHAUFFÉE

savoir: demi-fixes à haute pression de 10 à 100 che-
vaux;

demi-fixes compound avec ou sans condensation de
50 à 400 chevaux;

demi-fixes tandem à **double surchauffe** avec ou
sans condensation de 20 à 50 chevaux.

FORCE MOTRICE LA PLUS ÉCONOMIQUE DU MONDE

Emploi de n'importe quel combustible. Grande réserve
de force. Marche régulière et silencieuse. Conduite
simple. Installation économique. Utilisation de la
vapeur au chauffage.

Production totale plus de **350.000** chev. effectifs

MAISON FONDÉE EN 1862

