

AGENDA DUNOD

1931

MINES

RUE BONAPARTE 92-PARIS

Pour faire un BON TECHNICIEN

adressez-vous à l'INSTITUT des CONSTRUCTIONS CIVILES
DE L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

PLACÉ SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

Directeur : J. GALOPIN *,  I., Ingénieur

152, Avenue de Wagram, PARIS. Tél. : Wagram 27-97



Fondé il y a 25 ans par des **INDUSTRIELS**

Dirigé par des **INGÉNIEURS-SPECIALISTES**

Cet Institut met 300 COURS à votre disposition

Rédigés par 200 professeurs

Cours oraux de jour et de soir, 500 ÉLÈVES

Cours par Correspondance, 8.000 ÉLÈVES

Enseignement pratique, Élémentaire, Moyen et Supérieur

Facilité d'accès aux diplômes suivants,
pour les diverses branches :

*Travaux publics, Chemins de fer
Topographie, Béton armé, Architecture
Bâtiment, Chauffage central
Ponts et Chaussées, Mines, Métallurgie
Agents techniques
Piqueurs, Dessinateurs, Métreurs, etc.*

Jeunes techniciens, perfectionnez-vous
vous gagnerez davantage, et votre patron également

Envoi du Programme, n° 807..... gratuit

La Carrière des Chemins de fer, 1 vol..... 5 fr.

IRIS - LILLIAD - Université Lille

LE BUREAU DE DESSIN MODERNE

F. DARNAY (Ing^r A. et M.), 7, Rue Coypel

TÉL. : 608. 46.56

PARIS (XIII^e)

METRO : ITALIE



TABLES A DESSIN

Normographe

Appareil à Dessiner

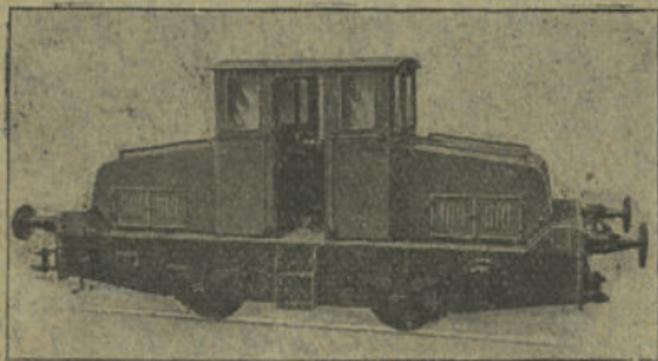
*Toutes les
Fournitures
de Dessin*

*Catalogues AD
sur demande*

E. CAMPAGNE & C^{ie}

Ingénieur-Constructeur, E. C. P., A. et M.

45, Boulevard de Belleville, PARIS (XI^e)



N° 537 - Locotracteur à essence. Voie normale ou metrique

IRIS - LILLIAD - Université Lille

Catalogue A.D

TOUS LES EXPLOSIFS

— Dynamites —

Explosifs Chloratés

Grisounaphtalites

Poudres Noires Comprimées

Tous Accessoires de Mines

MANUFACTURE D'EXPLOSIFS INDUSTRIELS

EXPLOSIFS MINÉLITE

21, Rue Auber, PARIS (9^e) - Tél. Louvre 31-83
Gutenberg 23-13

MARCEL SEBIN & C^{ie}

79, RUE D'ANGOULÊME, 79. PARIS-XI^e

LA

CHAÎNE

DANS TOUTES SES

APPLICATIONS

IRIS - LILLIAD - Université Lille

SUPÉRIORITÉ INCONTESTABLE

◇ ◇ DURÉE ILLIMITÉE ◇ ◇

Parquet Hygienique
SANS JOINT

Terrazzolith

SUPÉRIORITÉ GARANTIE
Ne gândole ni ne se fend jamais.
Belles Couleurs Inaltérables
Durée Illimitée.

DEMANDEZ PROSPECTUS
TELEPHONE NOIR 47 51
45 53



COMPLÈTMENT
INCOMBUSTIBLE



MAISON
ANC. ET S. DOUCE & MOULIN
64, RUE PETIT

Terrazzolith

"DÉPOSÉ"

LE TERRAZZOLITH. S'ÉCRIT

Le Parquet par excellence pour :

BUREAUX, MAGASINS, ATELIERS, VOITURES à VOYAGEURS
ÉCOLES, HOPITAUX, ÉGLISES, SALLES de SPECTACLES

Procédés brevetés S. G. D. G.

Se méfier des substitutions.

LES TRAVAUX SONT ENTIÈREMENT GARANTIS

◇ ◇ ECONOMIE CERTAINE ◇ ◇

RÉSISTANCE A TOUTE ÉPREUVE

IRIS - LILLIAD - Université Lille

ENTREPRISE DE TRAVAUX MINIERS**Soc. an. des Anc. Établ. de HULSTER FAIBIE & C^{ie}**

Capital 3.650.000 francs

39, Avenue Victor-Emmanuel III - PARIS (8^e)

Téléph. Elysées 49-75, 19-76

FONÇAGES DE PUIES

par Congélation - Cimentation - Niveau vide

GALERIES & TUNNELS**Usines & Ateliers à CRESPIN (Nord)**

Gare : Blanc-Misseron (Nord), Téléphone N° 8 à CRESPIN

Bureau régional à St-NICOLAS-du-PORT (Meurt.-et-Moselle)

Téléphone N° 40 à St-NICOLAS-DU-PORT

SONDAGESà toutes profondeurs, à battage rapide, à rotation, à grenaille,
à diamants et à chute libre pour grands diamètres**VENTE ET LOCATION EN TOUS PAYS**

de tous Appareils et Outillages de SONDAGES de tous systèmes

TUBES RIVÉS ou VISSÉS de toutes dimensions

Nombreuses installations en marche

ENTREPRISE en FRANCE et à l'ÉTRANGER*Législation minière et contrôle des mines*

DROITS CONFÉRÉS AUX EXPLOITANTS DE MINES PAR LEURS CAHIERS DES CHARGES. — Si la stricte exécution de toutes les clauses et conditions de leurs cahiers des charges, et des droits communs, constitue une obligation formelle pour les concessionnaires de mines, l'usage à leur profit de toutes les dispositions de ces mêmes cahiers des charges est pour eux un droit indéniable.

CARACTÈRE LÉGAL DES SOCIÉTÉS DE MINES. — Il convient enfin, au point de vue des droits qui peuvent en résulter pour les concessionnaires de mines, de savoir si les sociétés de mines sont civiles ou commerciales.

Cette question de jurisprudence avait été controversée.

On disait que les sociétés sont civiles et nullement commerciales, puisque l'article 32 de la loi de 1810 déclare que l'exploitation des mines n'est pas considérée comme un commerce et n'est pas sujette à patente.

En effet, et pas plus que l'exploitation des terres, elle ne figure dans l'énumération des actes de commerce donnée par les articles 632 et 633 du Code de commerce.

D'autre part, les exceptions prévues par la loi du 15 juillet 1880, qui, en général, assujettit à la patente tout individu exerçant un commerce ou une industrie, une profession, comprenaient les concessionnaires de mines pour le seul fait de l'extraction et de la vente des matières par eux

IRIS - LILLIAD - Université Lille

(Voir la suite page 4).

Société de Construction de Voies aériennes

54, Rue BLANCHE

Téléph. :

R. C. Seine, 105.883

PARIS - 9^E

Trinité 09-51

“ TRANSPORTEURS AÉRIENS ”
“ ETCHEVERRY ”

MONOCABLE

BICABLES - VA-ET-VIENT



MONORAILS - PLANS INCLINÉS

PONTS SUSPENDUS

ÉTUDES ET DEVIS SUR DEMANDE

IRIS LILLIAD - Université Lille

Adr. Télég.: ESPAGNE FILS, Alençon.

Téléph. n° 37

C. ESPAGNE, ING^R**1, Rue Demée (près la gare), ALENÇON**

Dépôt de Cheddite livré à Domicile

R. de C.
Alençon, 1.116.**FOURNITURES pour MINES**

Outillage, aciers, limes, pics, pelles, fourches, perforatrices, tuyaux armés pour perforatrice, lampes pour mine, chapeaux cuir, vêtements cirés, huiles, graisses, courroies, caoutchouc, klingerit. — Appareils à fils. — Câble-grue pour exploitation de carrière à découvert. — Matériel pour chemin de fer à voie étroite pour toutes entreprises, chaudières, machines à vapeur. — Charpentés et chaudronnerie. — Matériel neuf et occasion de toutes sortes. **EXPLOSIF CHEDDITE**

extraites, l'exception ne pouvant, en aucun cas, être étendue à la transformation des matières extraites.

Cependant, s'il était déclaré, par les concessionnaires, dans leur acte de société, qu'ils joindraient à l'exploitation de la mine d'autres industries s'y rattachant, et s'ils s'étaient toujours servis de formules commerciales dans la rédaction des statuts sociaux, si enfin l'acte d'autorisation était déposé et publié conformément au Code de commerce, leur société devenait une entreprise commerciale (arrêt du 14 novembre 1879 de la Cour de Nîmes).

La loi du 1^{er} août 1893 déclare que toute société par action ayant un objet civil, comme une société de mine, est nécessairement commerciale et soumise aux lois et usages du commerce. Cette même loi permet aux sociétés civiles constituées antérieurement de bénéficier de la nouvelle législation en se transformant en sociétés commerciales. Aux termes de la loi du 31 juillet 1920, article 18, modifié par la loi du 31 décembre 1920, article 9, les sociétés civiles qui exploitent des mines, minières ou carrières ou qui tirent leurs bénéfices du produit de ces exploitations, devront dorénavant se soumettre, pour l'établissement, la vérification et l'approbation du bilan annuel, aux règles et aux obligations édictées pour les

*(Voir la suite page 6.)***Laboratoire Minier L. CAMPREDON**

FONDÉ EN 1897

Roger CAMPREDON, Directeur

ÉCHANTILLONNAGES - ANALYSES

à SAINT-NAZAIRE-sur-LOIRE (Loire-Inférieure)

et à PARIS (11^e), 9, rue Broca — Téléph. Provence 86-38

IRIS LILLIAD - Université Lille

SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE

S. A. au Capital de 21.000.000 de francs

Société Générale pour la Fabrication de la Dynamite
Société Industrielle des Matières Plastiques

RÉUNIES

Siège Social, 67, Boulevard Haussmann, PARIS

R. C. Seine, 29.484

EXPLOSIFS

DYNAMITES

ACCESSOIRES DE MINES

MATIÈRES PLASTIQUES

CELLULOÏD

ACÉTATE DE CELLULOSE

CASÉINE DURCIE

RÉSINES SYNTHÉTIQUES

PRODUITS CHIMIQUES

ACIDES SULFURIQUE, NITRIQUE

MINIUM DE FER

BISULFATE DE SOUDE

IRIS - LILLIAD - Université Lille

Index commercial, page A 77.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE

SCHAEFFER & BUDENBERG*A responsabilité limitée, au capital de 100.000 francs*126, Boulevard Richard-Lenoir, 126 -:- PARIS (XI^e)**Principales Fabrications :**

MANOMÈTRES - THERMOMÈTRES - PYROMÈTRES - TACHYMÈTRES
 DYNAMOMÈTRES - COMPTEURS DE TOURS - INDICATEURS
 DYNAMOMÉTRIQUES

Régulateurs de vitesse - Détendeurs - Purgeurs automatiques - Injecteurs

POMPES A VAPEUR - POMPES D'ÉPREUVE

Robinetterie p^e vapeur surchauffée et pressions de 100 kil.

sociétés anonymes par la loi du 24 juillet 1867 et les lois subséquentes, soit, si elles le préfèrent, se transformer en sociétés anonymes.

Enfin l'article 5 de la loi du 9 septembre 1919 porte que l'exploitation des mines est considérée comme un acte de commerce; cette disposition s'applique aux sociétés civiles existantes, sans qu'il y ait lieu pour cela de modifier leurs statuts.

DROITS DES TITULAIRES DE PERMIS D'EXPLOITATION. — Si l'obtention d'un permis d'exploitation est sujette à moins de formalités que l'obtention d'une concession (voir le règlement d'administration publique du 9 avril 1928, pris en application de la loi du 28 juin 1927), les droits d'un permissionnaire sont aussi étendus que ceux d'un concessionnaire. Le titulaire d'un permis possède, en effet, le droit exclusif d'exploiter le ou les produits contenus dans son périmètre et d'en disposer sous la seule réserve des droits des propriétaires sur les minières. De plus, en matière de recherches de mines, le permissionnaire jouit des mêmes droits

(Voir la suite page 8.)

Tous les BRANCHEMENTS
Toutes les DÉRIVATIONS
Toutes les JONCTIONS
des Fils et Câbles électriques
se font avec le

« **Connecteur Faupis** »

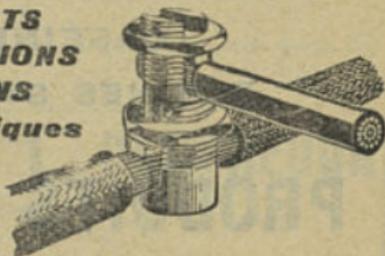
Brev. S. G. D. G. France et Étranger

ET SES DÉRIVÉS

sans épissures ni soudures, conformément aux règlements en vigueur, en assurant des contacts parfaits, un serrage énergique et le maximum de sécurité.

Demander Notice illustrée, Tarif et Listes de références à

CH. FAUPIS, Ing.-Constr., 51, Rue d'Inkermann, LYON



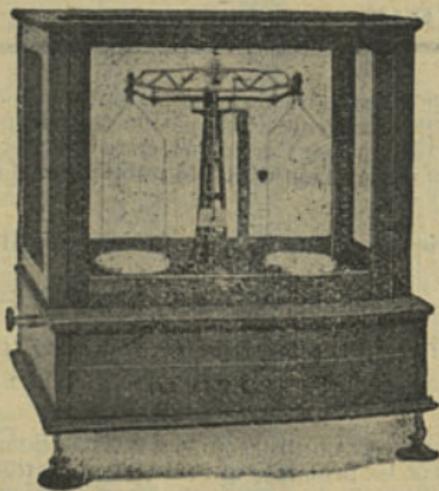
Société des Usines Chimiques Rhône - Poulenc

Siège Social : 21, Rue Jean-Goujon - PARIS (8^e)

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

Ateliers de Construction d'Appareils de Précision :
63, Boulevard Richard-Lenoir (12, Rue Pelée)



Balances à chaîne sensibles aux $1/10^e$, $1/5^e$, $1/2$ milligramme

Verre français marque " LABO "

VERRERIE SOUFFLÉE ET GRADUÉE

PYROMÈTRES, THERMOMÈTRES INDUSTRIELS

Grisomètre Le Chatelier

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER

POUR L'ESSAI DES COMBUSTIBLES

Régulateur automatique de température
POULENC-CHAGNAUD

Catalogues - Notices - Devis sur demande
IRIS - LILLIAD - Université Lille

Index commercial, page A 77.

ÉTABLISSEMENTS

A. TESTE & C^{ie}, à Lyon-Vaise

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 7.000.000 DE FCS

Tous les Câbles Métalliques

pour Mines et autres applications

Spécialité de Câbles clos

à surface lisse et fils enclavés

pour extraction, guidage, touage, etc.

TRÉFILIERIE - LAMINAGE A FROID

exclusifs qu'un concessionnaire de mine à l'intérieur de sa concession. Il en est de même pour le droit d'occupation temporaire prévu par l'article 43 de la loi de 1810, et par l'article 44, en ce qui concerne l'occupation par la procédure de déclaration d'utilité publique et d'expropriation (1).

(1) *Législation minière et contrôle des mines*, par T. CUVILLIER. Dunod, éditeur, Paris.

Etude pratique des minerais

PRINCIPES GÉNÉRAUX ET CONDUITE DES ESSAIS. — Sous le nom d'essais, auxquels s'appliquent les principes qui suivent, on doit entendre non seulement les essais chimiques, dont il ne sera question ici qu'accessoirement, ainsi que les essais de traitement mécanique et métallurgique des minerais, mais encore toutes les opérations qui constituent des recherches et des expériences aboutissant à des résultats chiffrés; tels sont les tamisages gradués, la détermination des densités, de l'humidité, les essais de broyage, etc. Certains des principes généraux que j'indiquerai s'appliquent à tous les genres d'essais, d'autres à quelques-uns seulement.

PROGRAMME A ÉTABLIR. — Lorsqu'on doit faire l'étude plus ou moins complète d'un minerai, il ne faut se mettre à exécuter les divers essais à faire au hasard et dans un ordre quelconque; au contraire, il faut commencer par noter, à mesure qu'on y pense, toutes les opérations principales qu'on croit devoir être utiles, ainsi que les recherches accessoires qui devront s'y adjoindre; ensuite, on les réunit par groupes dans l'ordre le plus rationnel, et dans chaque groupe on met en tête celles qui ont le plus de chances de réussite (ce sont souvent les plus simples); l'ordre à suivre sera généralement celui qui doit exiger le minimum de changements successifs dans les appareils. On achèvera de fixer son programme en mettant sur le même temps, tel que broyage et concentration simultanés, ou bien essais comparatifs de lixiviation avec des solutions différentes, etc.

Il est bien entendu que le plan des opérations n'est fixé que pour les

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES MUNITIONS

DE CHASSE, DE TIR ET DE GUERRE

(Anciens Établissements **GÉVELOT** et GAUPELLAT)

Société Anonyme au Capital de six millions de francs entièrement remboursé
Siège Social : 30, Rue Notre-Dame des Victoires, 30, PARIS. — 2°.

DÉTONATEURS POUR MINES
AMORCES ÉLECTRIQUES DE TENSION ET DE QUANTITÉ



ALLUMEURS DE SURETÉ (brevetés S. G. D. G.)



Téléph. : Gutenberg 43-16, 43-25, 43-26.

- :-

Adr. Télégr. : MUNITIONS-PARIS-98.

SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS
DALBOUZE & BRACHET

Société Anonyme au Capital de 3.000.000 de Francs
 11, Rue Francis-de-Pressensé (ex-rue du Château), Puteaux (Seine).

**PRÉPARATION MÉCANIQUE
 DES MINÉRAIS**

— :: —

Lavoirs à charbon — Concasseurs à mâchoires
 Broyeurs à cylindres — Moulins à boulets
 Cribles à pistons — Hydroclasseurs
 Tables oscillantes, etc.
 Séparateur électromagnétique

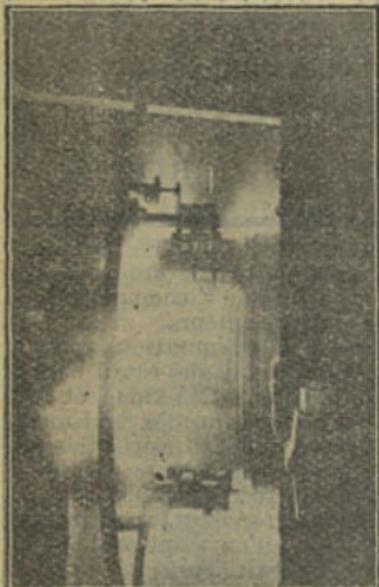
USINE d'ESSAI à la disposition de nos clients

commencer de la façon qui paraît tout d'abord la plus logique, mais il n'est pas immuable, et le fait même qu'il s'agit d'essais, dont les premiers résultats même ne peuvent être connus à l'avance, permet de modifier ce programme toutes les fois que ces résultats en font voir l'utilité.

PERSÉVÉRANCE NÉCESSAIRE. — Les personnes chargées de faire des essais quelconques doivent montrer beaucoup de patience, de tenacité et d'esprit d'observation. Par définition même, un essai est toujours d'une réussite plus ou moins douteuse, mais comme cette réussite tient très souvent au mode d'opérer, à de simples tours de mains, il ne faut pas dès le premier échec considérer le procédé essayé comme absolument impossible, et y renoncer sans autre tentative, comme on le voit faire très fréquemment, aussi bien dans la mécanique que dans les mines, la chimie et la métallurgie. Or, le procédé indiqué, à moins qu'il ne l'ait été par une personne absolument dépourvue de bon sens ou d'expérience pratique, est souvent possible, seulement il ne l'est pas ou premier coup, sous la première forme employée, il ne l'est pas non plus pour ceux qui ne savent pas observer, chercher les causes d'un échec et les moyens de les éviter, ou qui ne veulent pas s'en donner la peine, ni pour ceux qui craignent de faire réussir l'idée d'un autre, car toutes ces raisons peuvent exister, et la dernière surtout n'est que trop fréquente. Il ne faut donc renoncer à poursuivre l'étude d'un procédé qu'après l'avoir essayé de toutes les façons avec beaucoup de sagacité, et lorsqu'on ne trouve plus rien pour le faire réussir, dans la limite des choses pratiques, ou bien lorsqu'on entrevoit un autre procédé plus avantageux encore et plus facile à essayer ou offrant plus de chances de réussite.

Curieux

instantané

d'un **COUP DE FEU**

AU COLLECTEUR
D'UNE COMMUTATRICE
réparé définitivement
en quelques minutes
SANS AUCUN DÉMONTAGE
avec le

**CIMENT ISOLANT
VANTHOM**

*Produit unique permettant
la restauration immédiate,
radicale et sans démontage :*

Des micas brûlés entre les lames des collecteurs ;

Des défauts d'isolement, courts-circuits, avaries diverses de machines ou appareils électriques.

Remarquable dans la fabrication et la réfection de résistances, éléments chauffants de réchauds, étuves, fers à repasser, à friser, etc.

Restauration de porcelaines, faïences, verrerie, lustrie, objets d'art, bibelots, etc.

LES PLUS HAUTES RÉFÉRENCES

-: NOTICE SUR DEMANDE :-

CIMENT VANTHOM

BOUSBECQUE (NORD)

IRIS - LILLIAD - Université Lille

Index commercial, page A 77.

Etablissements

DAVEY, BICKFORD, SMITH & C^{ie}

EXPLOSIFS

6, Rue Stanislas-Girardin.

ROUEN

Il est beaucoup plus fréquent qu'on ne serait porté à le croire de voir des résultats d'essais absolument faussés par suite de l'incompétence ou du manque d'initiative et de persévérance de leurs auteurs.

C'est ainsi que dans les premières années de la cyanuration, après sa réussite sur les tailings des usines du Transvaal, on fit des essais dans la plupart des mines d'or et d'argent, aux États-Unis, au Mexique, et dans divers autres pays, mais la grande majorité ne donna que des rendements très faibles et on conclut de suite que ce procédé n'était applicable que dans des cas exceptionnels. Dix ans plus tard, presque toutes ces mines traitaient leurs minerais par le cyanure, avec un succès complet. La plupart des échecs antérieurs provenaient de fautes grossières, car le procédé n'était qu'une simple lixiviation, comme celle qu'on employait depuis longtemps avec d'autres produits pour les minerais d'argent.

Il faut donc que les essais à faire ne soient confiés qu'à des personnes ayant les qualités voulues pour qu'on puisse compter sur leurs résultats, et être sûr qu'elles n'annonceront un échec qu'après avoir judicieusement employé tous les moyens de réussir. De même que le maréchal Foch disait que les plus grandes chances de vaincre étaient à celui qui avait confiance dans la victoire, de même celui qui cherche la solution d'un problème technique, doit faire ses essais avec le ferme espoir de la trouver et non avec l'idée préconçue de l'inutilité de ses recherches : la confiance en soi est le premier élément du succès.

MESURES, PESÉES ET OBSERVATIONS A NOTER EN DÉTAIL. — D'une façon générale pour les essais de toutes sortes, on doit toujours procéder comme il suit :

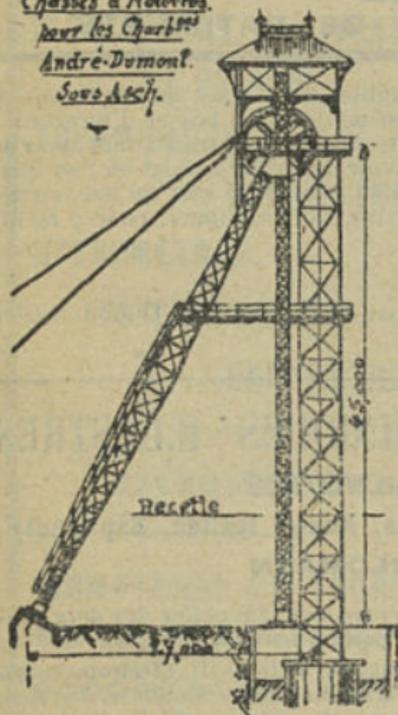
Dans toutes les opérations, on aura soin de mesurer et peser tout ce qui peut l'être, et de noter par écrit toutes les particularités qu'on observe, les effets chimiques et mécaniques, l'heure de chaque modification, du commencement et de la fin de chaque période uniforme de traitement, et même beaucoup d'autres choses dont on ne voit pas l'utilité à priori, mais ultérieurement certains phénomènes y trouveront leur explication. Il arrive très souvent qu'à la fin d'un essai on s'aperçoit que les résultats sont incomplets, que le rendement, par exemple, n'est pas déterminé, parce qu'on a oublié ou négligé de faire une pesée ou un dosage, de mesurer un volume de liquide, ou simplement de noter le résultat obtenu. Chaque essai doit être désigné par une lettre ou un numéro qu'on applique sur tous les produits qui y concernent : tous les lots de minerais,

Directeurs de Charbonnages Industriels

soucieux de vos intérêts

Confiez l'étude et l'élaboration des plans de vos constructions métalliques :

*Chassis à Motrices
pour les Charbonnages
André-Dumont.
Sous-Atch.*



Chevalements

Ateliers

Hangars, etc.

A

LÉON LEMAIRE

Ingénieur Civil des Mines
Titulaire de la Médaille d'Or
de l'A. I. Lg.

252, rue St-Laurent

LIÈGE (Belgique)



Téléph. : n° 5662

Compte Chèq. Post. Liège 839.31

Minimum de poids =====

===== Maximum de stabilité

Représentant pour la France :

F. SCHMIDT, Ingénieur civil des Mines

125, rue de Rome, PARIS 17^e

Téléph : GALVANI 43-71

Trouvez dans le **LIAD** de l'Université de Lille nombreuses références

Index commercial, page A 77.

SOC¹⁶ ANONYME des ÉTABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES**A. DURENNE**

Capital 5.200.000 frs.

26, Faubourg Poissonnière, PARIS

R. C. 44.843 Seine

Téléphone

Provence	}	24.41
		24.42
		24.43
Inter-Prov. : 19.		

TUYAUX DE CONDUITES
d'Eau, Gaz, Vapeur**PLAQUES DE DALLAGES, VOIES****TUYAUX A AILETTES - BARREAUX DE GRILLES****TOUTES FONTES DE BATIMENTS**

échantillons, flacons, sacs, creusets, toutes les caisses, les solutions, etc.; doivent être marqués ou étiquetés, on ne doit rien laisser d'incertain et, comme le nombre des renseignements à noter est trop grand pour une mémoire même très bonne, il faut avoir un cahier spécial où l'on inscrit chaque observation aussitôt faite; bien que ce ne soit qu'une sorte de brouillon, on y met des numéros, lettres, mots soulignés, pour y faciliter les recherches par la suite (1).

(1) *Etude pratique des minerais*, par M. DÉGOUTIN. Dunod, éditeur, Paris.

DICTIONNAIRES TECHNIQUES ILLUSTRÉS**EN SIX LANGUES**

(Français, Allemand, Anglais, Russe, Italien, Espagnol)

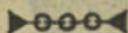
Par **A. SCHLOMANN**

Prix susceptibles de variations correspondant à celles des prix pratiqués par l'éditeur allemand, et compte tenu du change.

I. Éléments de machines. — Outils usuels, 43 fr. — II. Électrotechnique et électrochimie, 2^e édition, 488 fr. — III. Chaudières. Machines. Turbines à vapeur, 147 fr. — IV. Moteurs à combustion interne, 63 fr. — V. Chemins de fer (Construction. Exploitation), 93 fr. — VI. Chemins de fer (Matériel roulant), 87 fr. — VII. Appareils de levage, 70 fr. — VIII. Béton armé, 46 fr. — IX. Machines-outils, 80 fr. — X. Automobiles, Canots automobiles, Dirigeables, Aéroplanes, 117 fr. — XI. Sidérurgie, 107 fr. — XII. Hydraulique, Pneumatique, Froid, 234 fr. — XIII. Construction, 134 fr. — XIV. Matières textiles, 122 fr. — XV. Filature et filés, 207 fr. — XVI. Tissage et tissus, 207 fr.

Ces volumes ne peuvent être fournis par la librairie Dunod qu'en France et en Belgique, Italie et Suisse romande, exception faite pour le tome II qui peut être fourni en tous pays.

INSTRUMENTS DE PRÉCISION



APPAREILS INDICATEURS & ENREGISTREURS

MANOMÈTRES
INDICATEURS DE TIRAGE
ET DE VIDE

THERMOMÈTRES

PYROMÈTRES

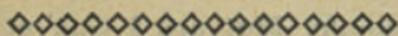
HYGROMÈTRES

PSYCHROMÈTRES

BAROMÈTRES

ANÉMOMÈTRES

COMPTEURS DE TOURS
SIMPLES ET AUTOMATIQUES



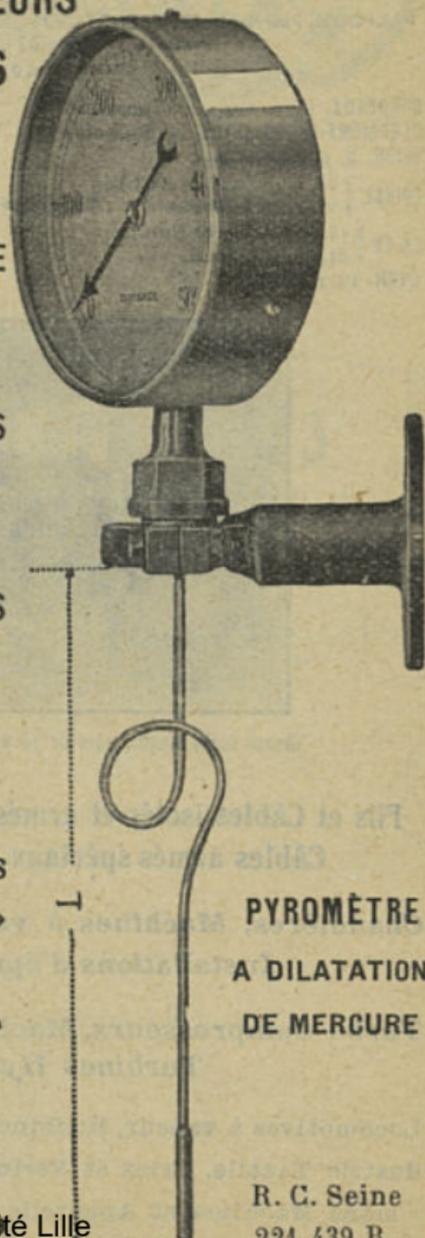
Anciens Établissements

L. MAXANT

S. A. R. L. Capital 700.000 fr.

38-40, Rue Belgrand
PARIS

TÉLÉPHONE: LILLE - Université Lille



PYROMÈTRE
A DILATATION
DE MERCURE

R. C. Seine
221.439 B.

SOCIÉTÉ ALSACIENNE de Constructions Mécaniques

Société Anonyme au Capital de 114.750.000 Francs

Usines à :
MULHOUSE (Haut-Rhin) GRAFFENSTADEN (Bas-Rhin) CLICHY (Seine) CÉLERIE à CLICHY
Maison à PARIS : 32, Rue de Lisbonne 8^e
Agences à :

BORDEAUX, 15, c. Georges-Clemenceau.

CLEPMONT-FERRAND, 32, r. St-Genès.

DIJON, 3, pl. Émile-Zola.

ÉPINAL } 24, r. de la Gare (text.).

 } 12, r. de la Préfecture.

LILLE } 16, r. Faidherbe (text.).

 } 61, r. de Tournai.

LYON, 13, r. Grôlée.

MARSEILLE, 148, r. Paradis.

NANCY, 4, r. de la Croix de Bourgogne.

NANTES, 1, r. Camille-Berruyer.

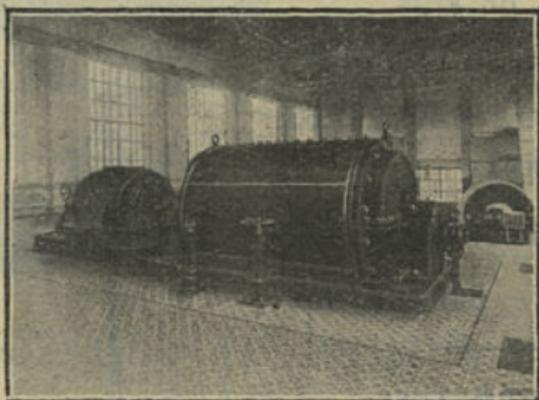
REIMS, 2, r. de Mars.

ROUEN, 7, r. Fontenelle.

STRASBOURG, 36, r. du St-Gothard.

TOULOUSE, 21, r. Lafayette.

TOURS, 17 bis, r. Banchereau.



Groupe turbo-compresseurs de 10.000^m3 heure (Mines de Clarence)

Fils et Câbles isolés et armés pour toutes applications.

Câbles armés spéciaux pour puits de mines.

**Chaudières, Machines à vapeur, Moteurs à Gaz et
Installations d'épuration de Gaz.**

**Turbo-Compresseurs, Machines et Turbo-Soufflantes
Turbines Hydrauliques.**

Locomotives à vapeur, Machines-Outils, Machines pour l'Industrie Textile, Crics et Vérins U. G., Bascules, Transmis-

IRIS, MULLIAD Université Lille sur l'Industrie Chimique.

403876

-192086

DUNOD



MINES



1931

AGENDAS DUNOD

- Assurances**, par P. VÉRON et F. POURCHEIROUX.
Automobile, par G. LIENHARD.
Banque, par H. DUFAYEL.
Bâtiment, par E. AUCAMUS, revu par Ph. ROUSSEAU.
Béton armé, par V. FORESTIER.
Chemins de fer, par P. PLACE.
Chimie, par E. JAVET.
Commerce, par RACHINEL.
Construction Mécanique, par J. IZART.
Électricité, par L.-D. FOURCAULT.
Métallurgie, par A. ROUX.
Mines. — *Prospection et exploitation.* — *Préparation mécanique*, par J. ROUX-BRAHIC.
Physique Industrielle, par J. IZART.
Travaux publics, par E. AUCAMUS, revu par Ph. ROUSSEAU.
Vente et Publicité, par E. RACHINEL et M. BUISSON.
-

Prix de chaque volume relié pégamoïd : 20 fr.

MINES
COMMERCIAL
LILLE

PROSPECTION ET EXPLOITATION
PRÉPARATION MÉCANIQUE

PAR

J. ROUX-BRAHIC

Ingénieur civil des Mines
Chef des Sondages et des Études géologiques
du Canal de Panama

A L'USAGE DES

Ingénieurs, Contrôleurs des Mines,
Prospecteurs, Maîtres-mineurs,
Exploitants de mines et de carrières, etc.

50^e édition

1931

PARIS

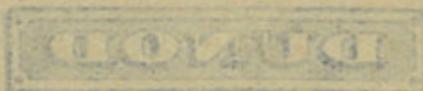
DUNOD

92, RUE BONAPARTE (VI)

Les **Agendas Dunod** offrent, dans leurs pages d'annonces, le moyen de diffusion le plus puissant des procédés, machines ou fournitures utilisés par l'industrie à laquelle chacun d'eux s'adresse spécialement.

Tout industriel et commerçant disposant d'un budget de propagande, ou prévoyant une campagne d'annonces doit s'adresser au **Service de publicité des Agendas Dunod**.

PARIS



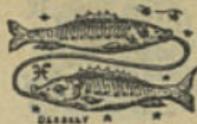
Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés
pour tous pays

JANVIER



Les jours croissent de
1 heure 1 minute

FÉVRIER



Les jours croissent de
1 heure 39 minutes

MARS



Les jours croissent de
1 heure 48 minutes

P. L. le 4, à 13 h. 15 m.
D. Q. le 11, à 5 h. 9 m.
N. L. le 18, à 18 h. 36 m.
P. Q. le 27, à 0 h. 6 m.

P. L. le 3, à 0 h. 26 m.
D. Q. le 9, à 16 h. 10 m.
N. L. le 17, à 13 h. 11 m.
P. Q. le 25, à 16 h. 42 m.

P. L. le 4, à 10 h. 36 m.
D. Q. le 11, à 5 h. 15 m.
N. L. le 19, à 7 h. 51 m.
P. Q. le 27, à 5 h. 4 m.

1	J	<i>Circoncision</i>
2	V	S. Basile
3	S	S ^e Geneviève
4	D	S. Rigobert
5	L	S ^e Amélie
6	M	<i>Epiphanie</i>
7	M	S ^e Mélanie
8	J	S. Lucien
9	V	S. Marcellin
10	S	S. Paul erm.
11	D	S ^e Hortense
12	L	S. Arcade
13	M	<i>Bapt. de N.-S.</i>
14	M	S. Hilaire
15	J	S. Maur
16	V	S. Marcel
17	S	S. Antoine
18	D	S ^e Prisca
19	L	S. Sulpice
20	M	S. Sébastien
21	M	S ^e Agnès
22	J	S. Vincent
23	V	S. Raymond
24	S	S. Babylas
25	D	Conv. s. Paul
26	L	S ^e Paule
27	M	S. Julien
28	M	S. Charlem.
29	J	S. Fr. de S.
30	V	S ^e Bathilde
31	S	S ^e Marcelle

1	D	<i>Septuagésime</i>
2	L	<i>Purification</i>
3	M	S. Blaise
4	M	S. Gilbert
5	J	S ^e Agathe
6	V	S ^e Dorothee
7	S	S. Fidèle
8	D	<i>Sexagésime</i>
9	L	S ^e Apollonte
10	M	S ^e Scholastiq
11	M	S. Adolphe
12	J	S ^e Eulalie
13	V	S. Enogat
14	S	S. Valentin
15	D	<i>Quinquages.</i>
16	L	S ^e Julienne
17	M	<i>Mardi-Gras</i>
18	M	<i>Cendres</i>
19	J	S. Gabin
20	V	S. Sylv.
21	S	S. Pépin
22	D	<i>Quadrages.</i>
23	L	S. Gérard
24	M	S. Mathias
25	M	S. Léandre ^{Q.I.}
26	J	S. Nestor
27	V	S ^e Honorine
28	S	S. Romain

1	D	<i>Reminiscere</i>
2	L	S. Jacob
3	M	S. Marin
4	M	S. Casimir
5	J	S. Adrien
6	V	S ^e Colette
7	S	S. Thomas A.
8	D	<i>Oculi</i>
9	L	S ^e Françoise
10	M	S. Doctrové
11	M	S. Euloge
12	J	<i>Mi-Carême</i>
13	V	S ^e Euphrasie
14	S	S ^e Mathilde
15	D	<i>Latare</i>
16	L	S. Cypriaque
17	M	S. Patrice
18	M	S. Gabriel
19	J	S. Joseph
20	V	S. Joachim
21	S	S ^e Clémence
22	D	<i>Passion</i>
23	L	S. Victorien
24	M	S. Timothée
25	M	<i>Annonciation</i>
26	J	S. Emmanuel
27	V	S ^e Lydie
28	S	S. Gontran
29	D	<i>Rameaux</i>
30	L	S. Amédée
31	M	S ^e Cornélie

AVRIL



Les jours croissent de
1 heure 46 minutes

P. L. le 2, à 20h. 6m.
D. Q. le 9, à 20h. 15m.
N. L. le 18, à 1h. 0m.
P. Q. le 25, à 13h. 40m.

1	M	S. Hugues
2	J	S. François P.
3	V	<i>Vend.-Saint</i>
4	S	S ^o Adèle
5	D	Pâques
6	L	FÉRIÉ
7	M	S. Clotaire
8	M	S. Albert
9	J	S ^o Marie Eg.
10	V	S. Fulbert
11	S	S. Léon
12	D	<i>Quasimodo</i>
13	L	S ^o Ida
14	M	S. Tiburce
15	M	S ^o Anastasie
16	J	S ^o Odette
17	V	S. Anicet
18	S	S. Parfait
19	D	S. Socrate
20	L	S. Théodore
21	M	S. An-elme
22	M	S ^o Léonide
23	J	S. Georges
24	V	S. Gastou
25	S	S. Marc
26	D	S. Clet
27	L	S. Frédéric
28	M	S. Aimé
29	M	S. Robert
30	J	S. Ludovic

MAI



Les jours croissent de
1 heure 17 minutes

P. L. le 2, à 5h. 14m.
D. Q. le 9, à 12h. 48m.
N. L. le 17, à 15h. 28m.
P. Q. le 24, à 19h. 39m.
P. L. le 31, à 14h. 33m.

1	V	SS. J. et P.
2	S	S. Athanase
3	D	<i>Inv. s^o Croix</i>
4	L	S ^o Pélagie
5	M	S. Pie V
6	M	S. Jean P.-L.
7	J	S. Stanislas
8	V	S ^o Félicie
9	S	S. Grégoire N.
10	D	<i>Fête J. d'Arc</i>
11	L	<i>Rogations</i>
12	M	S. Achille
13	M	S. Servais
14	J	<i>Ascension</i>
15	V	S ^o Denise
16	S	S. Honoré
17	D	S. Pascal
18	L	S ^o Juliette
19	M	S. Yves
20	M	S. Bernardin
21	J	S ^o Gisèle
22	V	S. Emile
23	S	S. Didier.
24	D	<i>Pentecôte</i>
25	L	FÉRIÉ
26	M	S. Philippe N.
27	M	S. Ildev. Q.-I.
28	J	S. Olivier
29	V	S. Maximin
30	S	S. Ferdinand
31	D	<i>Trinité</i>

JUIN



Les jours croissent de
16 minutes

D. Q. le 8, à 6h. 48m.
N. L. le 6, à 3h. 2m.
P. Q. le 23, à 0h. 23m.
P. L. le 30, à 0h. 47m.

1	L	S. Fortuné
2	M	S ^o Emilie
3	M	S ^o Clotilde
4	J	<i>Fête-Dieu</i>
5	V	S ^o Yvonne
6	S	S. Claude
7	D	S. Lié
8	L	S. Médard
9	M	S. Félicien
10	M	S. Edgard
11	J	S. Barnabé
12	V	S. Guy
13	S	S. Ant. de P.
14	D	S. Rufin
15	L	S. Modeste
16	M	S. Cyr
17	M	S. Avit
18	J	S. Florentin
19	V	S. Gervais
20	S	S. Silvère
21	D	S. Méen
22	L	S. Alban
23	M	S. Félix
24	M	<i>N. de s. J.-B.</i>
25	J	S. Prosper
26	V	S. David
27	S	S. Crescent
28	D	S. Irénée
29	L	SS. Pier. et P.
30	M	S ^o Emilienne

JUILLET



Les jours diminuent de
55 minutes

AOÛT



Les jours diminuent de
1 heure 35 minutes

SEPTEMBRE



Les jours diminuent de
1 heure 39 minutes

D. Q. le 7, à 23 h. 52 m.
N. L. le 15, à 12 h. 20 m.
P. Q. le 22, à 5 h. 16 m.
P. L. le 29, à 12 h. 48 m.

D. Q. le 6, à 16 h. 28 m.
N. L. le 13, à 20 h. 27 m.
P. Q. le 20, à 11 h. 36 m.
P. L. le 28, à 3 h. 10 m.

D. Q. le 5, à 7 h. 21 m.
N. L. le 12, à 4 h. 26 m.
P. Q. le 18, à 20 h. 37 m.
P. L. le 26, à 19 h. 45 m.

1	M	S. Martial
2	J	<i>Visitat. N.-D.</i>
3	V	S. Anatole
4	S	S ^o Berthe
5	D	S ^o Zoé
6	L	S ^o Colombe
7	M	S. Elie
8	M	S ^o Virginie
9	J	S. Cyrille
10	V	S ^o Félicité
11	S	S. Norbert
12	D	S. Gualbert
13	L	S. Eugène
14	M	<i>Fête Nation.</i>
15	M	S. Henri
16	J	S. Hélier
17	V	S. Alexis
18	S	S. Camille
19	D	S. V. de Paul
20	L	S ^o Marguer.
21	M	S. Victor
22	M	S ^o Marie-M.
23	J	S ^o Valentine
24	V	S. Christine
25	S	S. Christophe
26	D	S ^o Anne
27	L	S ^o Nathalie
28	M	S. Samson
29	M	S ^o Marthe
30	J	S. Abdon
31	V	S. Germain

1	S	S. Pierre ès L.
2	D	S. Alphonse
3	L	S. Geoffroy
4	M	S. Dominiq.
5	M	S. Abel
6	J	<i>Transf. J.-C.</i>
7	V	S. Gaëtan
8	S	S. Justin
9	D	S. Amour
10	L	S. Laurent
11	M	S ^o Suzanne
12	M	S ^o Claire
13	J	S. Hippolyte
14	V	S. Eusèbe
15	S	<i>Assomption</i>
16	D	S. Roch
17	L	S. Septime
18	M	S ^o Hélène
19	M	S. Flavien
20	J	S. Bernard
21	V	S ^o Jeanne
22	S	S. Symphor.
23	D	S. Sidonie
24	L	S. Barthél.
25	M	S. Louis, roi
26	M	S. Privat
27	J	S. Césaire
28	V	S. Augustin
29	S	S. Médéric
30	D	S. Fiacre
31	L	S. Aristide

1	M	S. Leu
2	M	S. Lazare
3	J	S. Grégoire
4	V	S ^o Rosalie
5	S	S. Bertin
6	D	S. Onésip.
7	L	S ^o Reine
8	M	<i>Nat. de N.-D.</i>
9	M	S. Omer
10	J	S ^o Pulchérie
11	V	S. Hyacinthe
12	S	S. Séraphin
13	D	S. Maurille
14	L	<i>Exalt. de Cr.</i>
15	M	S. Nicomède
16	M	S ^o Edith Q.-I.
17	J	S. Lambert
18	V	S ^o Sophie
19	S	S. Gustave
20	D	S. Eustache
21	L	S. Matthieu
22	M	S. Maurice
23	M	S. Lin
24	J	S. Andoche
25	V	S. Firmin
26	S	S ^o Justine
27	D	S. Côme
28	L	S. Wenceslas
29	M	S. Michel
30	M	S. Jérôme

OCTOBRE



Les jours diminuent de
1 heure 44 minutes

NOVEMBRE



Les jours diminuent de
1 heure 20 minutes

DÉCEMBRE



Les jours diminuent de
18 minutes

D. Q. le 4, à 20 h. 15 m.
N. L. le 11, à 13 h. 6 m.
P. Q. le 18, à 9 h. 20 m.
P. L. le 16, à 13 h. 34 m.

D. Q. le 3, à 7 h. 18 m.
N. L. le 9, à 22 h. 55 m.
P. Q. le 17, à 2 h. 13 m.
P. L. le 25, à 7 h. 10 m.

D. Q. le 2, à 16 h. 51 m.
N. L. le 9, à 22 h. 55 m.
P. Q. le 17, à 2 h. 13 m.
P. L. le 25, à 7 h. 10 m.

1	J	S. Rémi
2	V	SS. Anges
3	S	S ^o Fauste
4	D	S. Franç. d'A.
5	L	S. Constant
6	M	S. Arthur
7	M	S. Serge
8	J	S ^o Brigitte
9	V	S. Denis
10	S	S. Paulin
11	D	S. Quirin
12	L	S. Wilfrid
13	M	S. Édouard
14	M	S. Calixte
15	J	S ^o Thérèse
16	V	S. Léopold
17	S	S ^o Edwige
18	D	S. Luc, év.
19	L	S ^o Laure
20	M	S. Aurélien
21	M	S ^o Céline
22	J	S. Modéran
23	V	S. Hilarion
24	S	S. Raphaël
25	D	S. Crépin
26	L	S. Evariste
27	M	S ^o Antoinette
28	M	S. Alfred
29	J	S. Rodolphe
30	V	S. Arsène
31	S	S. Narcisse

1	D	Toussaint
2	L	<i>Morts</i>
3	M	S. Hubert
4	M	S. Charles
5	J	S. Théotime
6	V	S. Léonard
7	S	S. Ernest
8	D	S. Godfroy
9	L	S. Mathurin
10	M	S. Juste
11	M	<i>Fête Victoire</i>
12	J	S. René
13	V	S. Stanisl. K.
14	S	S ^o Philomène
15	D	S ^o Eugénie
16	L	S. Edme
17	M	S. Agnan
18	M	S. Eudes
19	J	S ^o Elisabeth
20	V	S. Edmond
21	S	<i>Prés. de N.-D.</i>
22	D	S ^o Cécile
23	L	S. Clément
24	M	S ^o Flora
25	M	S ^o Catherine
26	J	S ^o Delphine
27	V	S. Séverin
28	S	S. Sosthène
29	D	<i>Avent</i>
30	L	S. André

1	M	S. Eloi
2	M	S ^o Aurélie
3	J	S. Franç. X.
4	V	S ^o Barbe
5	S	S. Sabas
6	D	S. Nicolas
7	L	S. Ambroise
8	M	<i>Imm. Conc.</i>
9	M	S ^o Léocadie
10	J	S ^o Valérie
11	V	S. Daniel
12	S	S ^o Constance
13	D	S ^o Lucie
14	L	S. Nicaise
15	M	S. Mesmin
16	M	S ^o Adéla. Q.-T.
17	J	S ^o Olympe
18	V	S. Gatien
19	S	S. Timoléon
20	D	S. Philogone
21	L	S. Thomas
22	M	S. Honorat
23	M	S ^o Victoire
24	J	S. Irmine
25	V	Noël
26	S	S. Étienne
27	D	S. Jean, ap.
28	L	SS. Innocents
29	M	S ^o Éléonore
30	M	S. Roger
31	J	S. Sylvestre

AVERTISSEMENT

En donnant, dès 1919, à cet agenda une tournure complètement nouvelle, nous avons résumé tout *le savoir* de l'ingénieur d'une mine, en le lui offrant suivant un ordre et un plan tout nouveau.

Nous nous sommes guidés, pour exposer ces connaissances techniques, sur des considérations particulières qui découlent du fait que, dans la *mine moderne*, tous les services ont été rénovés par l'adaptation d'engins mécaniques à leur fonctionnement et principalement par *l'envahissement* de l'énergie électrique dans tous ses organes.

En présence de cette transformation radicale, qui met tous les services d'une mine à la merci de la circulation de l'énergie qui passe et s'offre, sous une forme appropriée à tous les besoins, il convenait de faire une place tout à fait à part aux installations des *groupes électrogènes* et à la description des engins de mines *maniés par des électromoteurs*.

On sait que, pour équiper les houillères sinistrées, fonctionne, depuis l'armistice du 11 novembre 1918, une commission d'étude qui a fixé certaines directives. C'est de quelques-

unes de ces directives que nous nous sommes inspirés pour cette nouvelle rédaction.

Les tableaux synoptiques, si nombreux dans ce petit livre, constituent le mode d'exposition le plus clair, le plus mnémotechnique surtout et le plus adéquat, par conséquent, à un *répertoire complet* mais *abrégé* tel que cet agenda veut l'être.

En plus des questions électro-techniques auxquelles nous avons fait une large place, il convient de signaler l'importance que nous avons donnée au *bagage de connaissances indispensables aux prospecteurs de pays neufs*. On peut dire que ces notions nouvelles, bien comprises et bien observées par l'ingénieur qui en a pénétré le sens et la portée, ont contribué à donner aux recherches des prospecteurs plus de sûreté; à affranchir la prospection minière d'un empirisme déconcertant.

Nous avons groupé l'ensemble des notions générales intéressant la prospection dans un chapitre intitulé : *Préceptes de la prospection minière*, que nous avons extrait, en partie, de notre traité des *gîtes miniers*.

Nous avons mis également beaucoup de soin à rédiger ce qui concerne la *Préparation mécanique des minerais* en empruntant beaucoup à notre ouvrage : *Les ateliers modernes de préparation mécanique des minerais*.

L'épuration des charbons étant un sujet des plus controversés de l'art des mines, nous avons cru indispensable d'en exposer les grandes lignes. Les courbes de lavabilité, les nouveaux bacs à doubles compartiments, les rhéolaveurs et le flottage ont été plus particulièrement examinés.

Nous donnons dans cette nouvelle édition des renseignements particulièrement intéressants sur les créations en vue d'utiliser les gaz de fours à coke.

Nous avons joint, à l'étude technique de ces diverses questions, des données économiques et financières dûment contrôlées destinées à faire ressortir la répercussion heureuse que ces innovations ont déjà dans les bilans des sociétés minières.

On sait que le décret du 13 août 1914 a notablement modifié la réglementation minière en France.

Il nous a paru indispensable d'en mettre les nombreux et importants articles dans ce livre de poche qui doit accompagner l'ingénieur de la mine dans ses tournées à travers les divers organes d'une exploitation. La mémoire la mieux douée ne peut contenir l'ensemble des prescriptions mentionnées dans ce chapitre

Pour faciliter aux exploitants l'application de la loi du 25 février 1914, nous avons reproduit les instructions de la caisse autonome des retraites des ouvriers mineurs.

Plusieurs de nos collègues ont réclamé un glossaire de termes anglais et espagnols, usités dans les mémoires étrangers sur les mines, afin de leur en faciliter la lecture; nous avons pensé leur donner satisfaction en rédigeant le vocabulaire que l'on trouvera à la fin de ce livre.

Nous donnons les éléments d'emploi et de fabrication des *explosifs à air liquide*. Ceux de nos confrères qui ont assisté aux Congrès de l'industrie minérale, en juin 1924, dans la région de l'Est, savent les résultats intéressants obtenus dans les mines de fer de la Lorraine avec ces explosifs nouveaux

Il y a là un progrès marquant dans l'art des mines sur lequel nous avons cru utile d'insister.

Nous avons consacré un chapitre spécial aux nouveaux modes de lever des plans souterrains.

Les efforts poursuivis depuis vingt ans pour adapter un matériel électrique approprié aux mines grisouteuses nous ont paru suffisamment couronnés de succès pour nous permettre d'indiquer certaines solutions présentant des conditions parfaites de sécurité.

J. ROUX-BRAHIC,
Ingénieur-Conseil.

TABLE DES MATIÈRES

I. — Notions générales intéressant la prospection minière. Préceptes.

	Pages
Définitions	1
Rôle social des ingénieurs d'une mine.....	2

DISPOSITION DES ÉLÉMENTS MINÉRAUX DANS LE SOL

Roches endogènes : éruptives et cristallophylliennes; roches exogènes.....	4
Texture des roches	6
<i>Classification des roches et nomenclature des roches éruptives.....</i>	6
<i>Rattachement des gîtes miniers aux roches éruptives.....</i>	7
Suite de tableaux pour l'étude des roches : acides, neutres, basiques.....	8 à 13
<i>Géométrie des filons.....</i>	14
Section verticale d'un filon.....	15
Structure des filons.....	15
Formes et allures des filons.....	16
Affleurement, pendage, salbandes, épontes; orientation, croisement, etc. Relation et groupement des filons dans un district métallifère.....	17
<i>Synchronisme filonien : Tableau comparatif de filons pris dans diverses régions du globe : Saxe, Chili, Bolivie, Argentine, Mexique, Pérou, Montana, Nevada, Colorado, Hartz.....</i>	18
Notions de statigraphie et de paléontologie.....	21
Tableau présentant la division des terrains : ère, système, étages et sous-étages avec l'enchaînement simultané et respectif : 1° des êtres vivants (<i>paléontologie</i>) et 2° des accidents géographiques : plissements; surrections des chaînes de montagne; expansion ou régression des nappes d'eau marines (<i>tectonique</i> et <i>paléographie</i>).....	22

	Pages.
Indication de plantes révélatrices de la composition chimique des terrains	28
Moyens rapides d'examen de quelques minerais, d'après :	
Fusibilité (Echelle de).....	29
Dureté (Echelle de).....	30
Décrépitation par chauffage.....	31
Changement de couleur par chauffage.....	31
Classification des assises houillères par les flores (<i>paléobotanique</i>)..	32

EXPLOITATION DES MINES

II. — Les machines de mines.

1° STATION CENTRALE ÉLECTRIQUE

La mine moderne.....	34
Station centrale.....	35
Utilisation des chutes d'eau.....	37
Étude sommaire des barrages de retenue d'eau.....	37
Exemple de station barrage-dynamo :	
Charbonnage de La Mure (Isère).....	39

2° TRANSMISSION ET DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Énergie électrique.....	40
Rendement comparatif et poids de cuivre nécessaire à la construction de la ligne suivant le mode de transmission adopté : (A) bifilaire et courant continu ; (B) bifilaire et courant alternatif simple ; (C) à quatre fils et courant alternatif diphasé ; (D) à trois fils et courant alternatif diphasé ; (E) à courant triphasé.....	41
Détails de construction d'une transmission.....	45
Ligne aérienne.....	45
Ligne souterraine.....	45
Calcul du travail utile final, mesuré sur l'arbre du récepteur.....	45
Conducteurs.....	47
Machines recevant le courant.....	48
Dangers des transmissions électriques.....	49
<i>Distributions autres que par l'électricité</i>	50
Par air comprimé.....	50

	Pages.
Par la vapeur.....	51
Téledynamique par câble.....	52

3° MACHINE D'EXTRACTION

Travail journalier d'un moteur animé : roue à cheville, baritel, treuil à main.....	53
Des treuils.....	54
Treuil de manœuvre de 430 chevaux des houillères victimes de l'invasion.....	54
Machines d'extraction à vapeur.....	62
Puissance en chevaux.....	63
Consommation de vapeur : enveloppes de vapeur et surchauffe préalable.....	64
<i>Machines électriques d'extraction :</i>	
Commande directe ; systèmes Léonard, Ilgner, etc.....	67
Équipement électrique des machines d'extraction.....	68
Machine d'extraction à courant monophasé.....	75
Comparaison des types de commande. — Avantages de la commande électrique.....	76

4° MACHINES D'AÉRAGE. — VENTILATEURS

Travail à développer pour faire circuler un certain volume déterminé d'air dans une mine.....	77
Tableau donnant, en mètres cubes par seconde, les valeurs du débit pour diverses valeurs de la dépression et de l'orifice équivalent...	78
Mesures des valeurs fondamentales : volume, dépression, vitesse du courant d'air : manomètres, anémomètres et anémographes.....	82
Ventilateurs : volumogènes ou statiques et déprimogènes ou dynamiques.....	82
Avant-projet de ventilateur dynamique ou centrifuge.....	85
Données principales concernant quelques types de ventilateurs :	
Ventilateur aspirant Geneste-Herscher.....	89
Ventilateur Mortier avec moteur indépendant.....	90
Grands ventilateurs Rateau (centrifuge).....	91
Installation des mines de l'Escarpelle : dispositif d'aérage diagonal..	92

5° COMPRESSEURS D'AIR

Choix et calcul d'un compresseur.....	97
Compresseur à grande vitesse des houillères de Ronchamp (type Burckardt).....	97
Compression étagée.....	98

	Pages.
Compresseur à faible vitesse et à colonne d'eau des mines d'Anzin (fosse du Temple et Saint-Marc) (type Hanarte).....	99
Turbo-compresseurs et turbo-machines en général.....	100
Propriétés fondamentales et éléments de calcul pratiques.....	100
<i>Compresseurs centrifuges</i>	107

6° MACHINES D'EXHAURE

Calcul pour l'épuisement à l'aide de bennes.....	108
Classification des moteurs pour pompes.....	108
<i>Machine d'épuisement à maitresse-tige :</i>	
Moteur à simple effet ; à traction directe ; à balancier. Distribution différentielle. Régénérateur de force : Bochkoltz, Rossigneux ; régénérateur hydraulique (Haniel et Lueg, Guary, etc.).....	109
Calcul d'une machine d'épuisement :	
Effort à développer pour la levée de la tige ; travail brut à fournir par la vapeur ; vitesse de la maitresse-tige ; diamètre et course à donner aux pistons.....	110
<i>Machines d'épuisement attelées directement aux pompes :</i>	
Pompes sans volant (Blake, Merryweather, Tangye, Davey) à distribution différentielle à cataracte, Worthington à deux moteurs accouplés.....	113
Pompes à volant.....	114
<i>Machines d'épuisement à colonne d'eau :</i>	
Pompe Roux.....	114
Pompe Kaselowsky.....	114
Pompe Haniel Lueg.....	115
<i>Machines d'épuisement électromotrices :</i>	
Pompes centrifuges multicellulaires.....	115

7° MACHINES DE TRACTION

<i>Traction mécanique souterraine :</i>	
1° En palier ou sur faible pente :	
(A) Moteur ambulant (locomotives) :	
— à vapeur, ordinaire.....	116
— — sans foyer.....	116
— à air comprimé.....	116
— électrique, à trolley.....	116
— — à accumulateur.....	116
(B) Moteur fixe :	
Mode alternatif discontinu : ail-ropes septeur (câble tête et câble queue).....	116

Pages.

Mode uniforme continu : câble trainant ou chaîne traînante; câble flottant.....	116
2° En rampe ou sur forte pente :	
Automatiquement : plans inclinés automoteurs.....	116
— plans inclinés bi-automoteurs.....	116
<i>Traction aérienne :</i>	
<i>Système funiculaire :</i>	
Câble unique, simple porteur.....	116
— porteur et tracteur.....	116
Câble porteur et câble tracteur à circulation discontinue.....	116
— — — continue.....	116
Câble porteur et chariot automobile.....	116
Mode voie ferrée aérienne :	
Sans moteur mécanique.....	116
Avec câble tracteur.....	116
Avec chariot automobile.....	116
Locomotives.....	116
Locomotives à hydrocarbures volatils.....	120
Locomotives électriques à trolley.....	121
Locomotives à accumulateurs électriques.....	121

III. — Outillage.

OUTIL POUR L'ABATTAGE

<i>Abattage :</i>	
A la pioche.....	123
Au pic.....	123
Pic Haubineo.....	124
A la pointerolle.....	125
Par l'eau.....	125
Par les explosifs.....	126
<i>Abattage mécanique :</i>	
Haveuses à pic.....	126
— à outil rotatif rigide.....	126
— à chaîne avançante.....	126
— — ripante.....	128
Aperçu économique sur l'emploi des haveuses.....	128

OUTILS POUR LA PERFORATION DES TROUS DE MINE

Pages.

Perforatrices mécaniques :

<i>Marteaux perforateurs et marteaux piqueurs</i>	129
Études comparatives : 1° du travail à la main et du travail au marteau perforateur	133
2° Du travail au marteau à valve et du marteau sans valve	133
3° Du travail à la main et du travail aux perforatrices	136
Perforatrices électriques	136
A pétrole	138
<i>Matériel électrique pour mines grisouteuses</i>	138

APPAREILS ASSURANT LE SERVICE D'EXTRACTION

Cages	143
Parachutes	143
Évite-molettes	146
<i>Câbles :</i>	
Ronds en chanvre	148
Plats en chanvre ou aloës goudronné	148
Calcul des câbles végétaux	149
Calcul des câbles métalliques	149
Câbles d'extraction en fils d'acier	150
Câbles diminués	152
Rayon d'enroulement des câbles	155
Extraction par le système Koepe et système Skips	156

APPAREILS DE TRACTION SOUTERRAINE

Déblaiement du front de taille :

Gouttières à secousses	157
Courroies transporteuses	158
Convoyeurs	158
Transport par modes divers (tableau comparatif)	158
<i>Transport par chevaux à l'intérieur des mines</i>	158
<i>Chemins de fer de mines :</i>	
Conditions d'établissement	160
Frais de transport. — Effet utile	161
Matériel de transport intérieur. — Construction	161
Transports par des moyens mécaniques	161
Poids mort des wagonnets	162
<i>Transports par plans inclinés</i>	162
<i>Transports aériens :</i>	
Câbles à circulation alternative	162

TABLE DES MATIÈRES

XI

	Pages.
Câbles tracteurs et porteurs à la fois	163
Transports par câble porteur et par câble tracteur	163
Stations d'angle.....	164
Pylônes.....	164
Force motrice.....	164
Exemples d'installation.....	165
Chariots à quatre roues.....	166

CIRCULATION DES OUVRIERS

Entrée et sortie.....	167
Échelles.....	167
Descente et remonte des ouvriers :	
Par l'appareil d'extraction.....	167
Par appareil à tiges oscillantes.....	168
Calcul d'un appareil de ce genre.....	168

APPAREILS PORTATIFS D'ÉCLAIRAGE

Lampes diverses.....	169
Lampe électrique.....	171
Lampe à magneto.....	174

IV. — Aménagement d'une mine et méthodes d'exploitation.

Traçage	175
<i>Percement des galeries</i>	176
<i>Soutènement des galeries</i>	176
Conditions d'emploi des diverses essences de bois.....	177
Dimensions et poids des bois de mine.....	178
Cubage des bois ordinaires.....	179
Cadres de mines en bois.....	179
Frais du boisage.....	180
Cadres en fer.....	131
Cadres en béton armé.....	181
<i>Muraillement :</i>	
Matériaux à employer.....	182
Frais de muraillement d'une galerie.....	182
Exécution des maçonneries.....	183

	Pages.
TROUS DE MINES	
Bourrage.....	184
Détonateurs.....	184
Allumage.....	185
TIR ÉLECTRIQUE	
Amorces électriques.....	186
Exploseurs.....	189
Essai de puissance des exploseurs.....	197
Précautions pour le tirage des coups de mine.....	198
Décrets concernant l'emploi des exploseurs.....	200
Données pour la perforation des trous de mine.....	200
COUPS DE MINES DANGEREUX	
Moyens de combattre les feux.....	202
Analyse du gaz qui se dégage dans les trous de mine.....	203
Détermination de la présence d'oxyde de carbone.....	204
Stations grisométriques établies dans la Sarre.....	204
DONNÉES NUMÉRIQUES SUR LES GALERIES DE MINE	
Section.....	208
Disposition des coups de mine.....	208
Consommation d'explosifs.....	209
Pente.....	209
Galeries en terrains inconsistants aquifères.....	209
<i>Données numériques sur l'avancement en galerie :</i>	
Avancement en galerie.....	212
Évaluation du vide excavé.....	212
DES EXPLOSIFS	
Explosifs pour mines non grisouteuses.....	213
Poudre noire comprimée.....	213
Dynamites.....	215
Poudres Favier.....	215
Cheddite.....	215
Explosifs employés dans les mines grisouteuses.....	215
Circulaire relative à l'emploi des explosifs.....	215
Grisoutine.....	218
Réglementation des explosifs.....	220
Emploi.....	221
Explosifs à l'oxygène liquide.....	222

SONDAGES		Pages.
(A) Sondage par battage (au trépan) :		
Sondage à la tige avec curage continu.....		229
— discontinu.....		232
Sondage à la corde.....		232
(B) Sondage par rodage.....		233
Avancement par minute.....		234
Sondeuse à couronne Dawis.....		234
Au diamant.....		235
A la grenaille d'acier.....		235
<i>Appareils indicateurs de la verticalité des sondages :</i>		
Appareil Gebhardt.....		236
Appareil Oehman.....		237
Puits à pétrole.....		239
Lois et règlements concernant les recherches de pétrole en France.....		241

FONÇAGE DES PUITS

<i>Fonçage en terrains inconsistants et aquifères.....</i>	246
Procédés : Kind et Chaudron (sondage); Poetsch (congélation); Portier (cimentation).....	247
Revêtement étanche. Cuvelage.....	248
Fonçage des puits. Exécution du travail.....	249
Prix de revient du mètre courant de puits.....	251

TRANSPORTS SOUTERRAINS

Résistance au roulement sur niveau.....	252
Influence de la gravité.....	252
Force de traction.....	252
Pente normale ou d'égale résistance.....	253
Pente d'équilibre.....	253
Prix de revient de transports à l'intérieur des mines.....	254

MÉTHODES D'EXPLOITATION

(A) <i>Tranches inclinées :</i>	
(a) avec tailles montantes.....	256
(b) avec tailles chassantes.....	264
(B) <i>Tranches horizontales :</i>	
Emploi de couloirs oscillants pour le transport du charbon dans les tailles.....	268
Conclusions.....	268

Matériaux pour remblais	269
Introduction des remblais	269
Remblayage hydraulique par embouage	269

ATMOSPHÈRE DES MINES

Composition et température de l'atmosphère d'une mine.....	273
<i>Assainissement par ventilation</i>	
A l'aide d'un foyer.....	276
Données sur la ventilation par foyer dans les houillères anglaises..	277
<i>Grisou :</i>	
Caractères de sa présence	278
Différents indicateurs de grisou	279
Arrêté relatif à l'emploi des lampes de sûreté.....	279
Arrêtés relatifs à l'emploi des indicateurs de grisou.....	279
<i>Dégagements instantanés de gaz acide carbonique</i>	280

V. — Préparation mécanique des minerais et des charbons.

Définitions.....	281
Séparateurs électro-magnétiques	282
Séparateurs électro-statiques	283
Séparation par flottage.....	284
Importance économique du flottage.....	284
Charbons.....	287

VI. — Préparation mécanique des charbons.

Lavoir à feldspath.....	289
-------------------------	-----

COURBES DE LAVABILITÉ

Méthode expérimentale.....	290
Méthode des densités.....	291

LE LAVAGE DES CHARBONS

Atelier de triage.....	299
Calibrage des charbons.....	299
Atelier des mines de Lens.....	300

DÉPOUSSIÉRAGE

	Pages.
Appareil Evence Coppée	304
Tamis vibrants	304

PROCÉDÉS D'ÉPURATION

Par voie sèche	306
Lavoirs à charbon	308
Rhéolaveurs	311
Rhéolaveurs à grains	315
Agencement des couloirs pour lavage des noisettes	316
Atelier des houillères de Barnsley	316
Rhéolaveurs des mines d'Ostricourt	320

VII. — Dérivés de la houille. Récoltes dans les cokeries.

Sous-produits de la fabrication du coke	324
Aperçu économique de l'utilisation des gaz-de fours à coke	329
Séparation des constituants du gaz des fours à coke	331
Anhydride carbonique	331
Hydrogène	332
Méthode d'hydrogénation de Sabatier et Sanderens	332
Oxyde de carbone	333
Azote	334
Fabrication et cours du benzol	336
Tableau schématique des dérivés du benzol	337
Rectification du benzol	338
Atelier de sulfate d'ammoniaque	341
Atelier de distillation du goudron	343
Les matières colorantes artificielles extraites du goudron de houille	343

VIII. — Le lever de plan souterrain.

Différentes méthodes de levers de plans	346
Nivellement	347
Tachéométrie	348

	Pages.
Réduction des distances à l'horizontale.....	349
Tables de Pons.....	350
Mire Minot ordinaire.....	352
— — spéciale.....	352
— en trois parties.....	352
Mise en station.....	353
Calage.....	353

VISÉES

Lecture des distances sur la mire.....	354
Nivellement tachéométrique.....	354
Tachéomètres auto-rapporteurs.....	355
Mesure des angles.....	356
Mesure des distances.....	357

Administration.

ORGANISATION DU TRAVAIL DANS LES MINES

<i>Service technique</i>	362
Service du fond.....	363
Personnel secondaire.....	363
Ouvriers.....	363
Recrutement.....	364
Mines métalliques.....	364
Institutions patronales.....	364
Corons.....	365
Service médical.....	365
Hôpitaux.....	365
Secours en cas de maladies ou de blessures.....	365
Caisses de secours.....	365
Établissement des salaires.....	366
Travail à la journée.....	366
Travail à la tâche.....	366
Système Taylor.....	367
Échelle mobile des salaires.....	368
Entreprises fractionnées.....	369
<i>Service administratif et financier</i>	370

	Pages.
Principe de la séparation des agents comptables et des agents préposés au maniement des fonds.....	371
Comptabilité auxiliaire.....	371
Prix de revient.....	371
Service financier.....	371
<i>Service commercial</i>	372

Nouveau règlement général sur les mines.

Décret du 13 août 1911.....	373
-----------------------------	-----

ACCIDENTS DE MINES

Réparation des dommages causés aux propriétaires.....	413
---	-----

Vocabulaire minier.

Français. — Anglais. — Espagnol.....	418
--------------------------------------	-----

Législation spéciale.

LÉGISLATION DU TRAVAIL

Généralités.

	Pages.
<i>Des conventions relatives au travail</i>	A 1
Du contrat de travail.....	A 1
Du salaire.....	A 7
Du placement des travailleurs.....	A 8
Taxe d'apprentissage.....	A 14
<i>Des groupements professionnels</i>	A 20
Loi du 21 mars 1884.....	A 20
<i>Des conflits du travail</i>	A 23
<i>De la prévoyance sociale</i>	A 24
Accidents du travail.....	A 24
Assurances sociales.....	A 39
<i>De la durée du travail</i>	A 45
Loi du 23 avril 1919.....	A 45
<i>Du repos hebdomadaire et des jours fériés</i>	A 45
<i>Hygiène et sécurité des travailleurs</i>	A 46
<i>Emploi des ouvriers étrangers</i>	A 47
<i>Relations avec le service des mines</i>	A 50
<i>Médailles du travail</i>	A 51

Législation spéciale.

<i>Durée du travail</i>	A 53
<i>Travail de nuit des enfants</i>	A 54
<i>Emploi des filles et des femmes</i>	A 54
<i>Délégués mineurs</i>	A 54
<i>Caisse autonome de retraite des ouvriers mineurs</i>	A 60

TABLES ET FORMULES USUELLES

	Pages.
Arithmétique	I
Trigonométrie	II
Géométrie	III
Carrés, cubes, racines carrés, racines cubiques, circonférences, surfaces et logarithmes des nombres ou diamètres de 1 à 105	VI
Arcs, cordes, flèches et surfaces des segments	IX
Tangentes et cotangentes des angles de 0 à 90°	XI
Sinus et cosinus des angles de 0 à 90°	XI
Intérêts composés	XII
Temps de l'amortissement	XIII
Valeur de 1 franc payable à la fin de n années	XIV
Taux de l'amortissement	XIV
Annuités d'amortissement	XV
Transformation des pentes métriques en degrés d'inclinaison et réciproquement	XVI
Transformation de fractions ordinaires en fractions décimales	XVI
Transformation des litres par seconde en litres par minute	XVI
Mesures (Loi du 2 avril 1919)	XVII
Mesures de la marine	XXII
Mesures de certaines substances	XXII
Mesures anglaises	XXIII
Autres mesures étrangères	XXIV
Anciennes mesures françaises	XXIV
Poids et diamètres des monnaies	XXV
Monnaies usuelles des pays étrangers	XXV
Mesures agraires	XXVI
Densités des gaz	XXVI
Densités des vapeurs	XXVI
Densités des liquides	XXVI
Densités des solides	XXVII
Poids des feuilles de tôle en fer laminé, cuivre rouge, plomb, zinc, étain, argent, aluminium	XXVIII
Numéros et poids des feuilles de zinc laminé	XXVIII
Poids des fers carrés et ronds	XXIX
Météorologie	XXX
Températures	XXX
Points de fusion et d'ébullition	XXXI
Coefficients de dilatation linéaire	XXXI
Extrait du catalogue de la librairie Dunod	XXXIV

BIBLIOGRAPHIE

Principaux ouvrages sur les Mines parus en France d'avril 1929 à avril 1930 (1). (Prix sous réserve de variations.)

(Voir aussi le catalogue page xxxiv de l'appendice.)

- Les houilles, leur marché, leur préparation mécanique, leur utilisation chimique.** Ch. BERTHELOT. In-16 de 350 pages avec figures. Broché 24 fr.
- Législation minière et contrôle des mines.** T. CUVILLIER. 2^e édition mise à jour par H. DE BUTTET. In-16 de iv-604 pages. Relié, 76 fr. Broché 67 fr.
- La technique du mineur.** L. MARTEL. 2^e édition. 2 volumes in-8°, ensemble 612 pages avec 494 figures. Broché..... 130 fr.
- L'industrie minière. — Ses principes fondamentaux. — Ses bases économiques.** G. MOREAU. In-8° de 168 pages. Broché... 25 fr.
- Traité complet des secrets de la baguette et du pendule des sourciers.** PADEY. Tome I. — Sources, minerais, météorologie. 3^e édition. — In-8° de 544 pages. Cartonné, 72 fr. Broché. 65 fr.

Articles sur les Mines parus dans *La Technique Moderne* d'avril 1929 à avril 1930.

- Le bassin anthracifère du Roannais.** V. CHARRIN. In-4° de 2 pages avec cartes (*Technique moderne*, 1929, n° 16)..... 8 fr.
- Les lignites français et leurs possibilités d'avenir.** V. CHARRIN. In-4° de 2 pages (*Technique moderne*, 1929, n° 20)..... 8 fr.
- Les méthodes d'examen microscopique des minerais métalliques.** J. ORCEL. In-4° de 15 pages avec 19 figures (*Technique moderne*, 1929, n°s 23 et 24, 1930, n° 7)..... 24 fr.
- Le matériel moderne de l'électrotechnique. Les applications de l'électricité dans la métallurgie et dans les mines.** L. GALZIN. In-4° de 13 pages avec 48 figures (*Technique moderne*, 1930, n° 1). 12 fr. 50
- Le bassin houiller de Brive.** V. CHARRIN. In-4° de 5 pages avec 8 figures (*Technique moderne*, 1930, n° 6)..... 8 fr.

(1) L'ordre adopté est l'ordre chronologique d'apparition.

MINES

I. — NOTIONS GÉNÉRALES INTÉRESSANT LA PROSPECTION. — PRÉCEPTES

Certaines substances pierreuses (*minerais*) dont on est parvenu à retirer un produit *utile* résident dans des *parages* particuliers du sol (*gîtes miniers*).

Rechercher ces parages (*prospection*); en déterminer l'importance (*évaluation et délimitation du gîte*); extraire le minerai de son gisement (*exploitation de la mine*); transformer le produit brut extrait en produit marchand (*préparation mécanique*); vendre avec profit le produit *fini* (*marché des minerais*), telles sont les questions que se posent l'ingénieur et l'administrateur de toute affaire minière.

Il est facile de définir plus explicitement chacun des termes mis, par nous, entre parenthèses. On appelle :

Minerai: les substances pierreuses dont l'industrie peut retirer un produit utile, généralement un métal. Certaines substances inorganiques, non pierreuses, sont susceptibles de rendre un produit utile (Voir le chapitre: *Extension de la notion de minerai*, dans le 1^{er} volume de *Technologie des minerais complexes*, par Roux-Brahic; Dunod, éditeur);

Gîte métallifère: parages du sol dans lesquels sont localisés (en couches, amas, filons, etc.), des minerais. Quelques minerais se trouvent en inclusion, à l'état sporadique, dans certaines roches éruptives (*dykes*) ou dans certaines roches cristallophylliennes (granulites à cassitérite, syénites éléolithiques, etc.);

Exploitation des mines: mise en valeur d'un gisement ou aménagement général en vue d'assurer les services suivants: séparer le minerai des substances pierreuses qui le renferment (*abatage*); multiplier les chantiers d'abatage, les distribuer et les coordonner de manière à accroître leur rendement (*méthode d'exploitation*) tout en assurant leur sécurité (*soutènement et remblayage*) et leurs conditions hygiéniques (*assèchement, éclairage, ventilation, etc.*); amener les produits du chantier d'abatage au jour (*roulage souterrain, extraction, triage, mise en tas, etc.*); transformer les produits bruts (*tout-venant*

en produits finis marchands (*préparation mécanique*); rechercher le meilleur parti à tirer de la vente du produit (*marché du minerai et des métaux*), afin d'assurer la rémunération équitable du capital tout en se préoccupant du bien-être matériel et moral du personnel et des ouvriers (*salaires, contrat de travail, actions de travail, participation aux profits, logements ouvriers, coopératives, syndicats, écoles, églises, hôpitaux, etc.*).

Par ce résumé des questions diverses qu'un administrateur et un ingénieur des mines sont appelés à résoudre, on mesure l'étendue des connaissances qu'elles exigent, et aussi en quelle considération la nation et les pouvoirs publics doivent tenir ces hommes qui assurent au pays une des plus importantes sources de sa prospérité et la bonne entente dans son plus puissant organisme industriel. De toutes les lois sociales et de toutes les institutions ouvrières, celles qui concernent les mineurs ont devancé et provoqué toutes les autres. Les titres d'ingénieur et de maître-mineur peuvent donc être portés avec fierté. Nulle profession n'est plus à même que celle-là d'assurer le contact et l'harmonie entre les divers éléments sociaux, car, dans la mine plus qu'ailleurs, que peut la tête qui conçoit sans le bras qui exécute, et parmi les dirigeants de cette masse ouvrière, qui ne préférerait la gloire de Davy à celle de James Watt?

DISPOSITION DES ÉLÉMENTS MINÉRAUX DANS LE SOL

Les géologues admettent généralement que le géoïde terrestre est composé de trois parties : la thermosphère, la lithosphère et l'atmosphère.

La thermosphère, soumise au refroidissement planétaire, s'est recouverte originairement d'une pellicule solide écailleuse qui a séparé définitivement l'atmosphère de la masse nucléaire probablement encore en ignition.

A peine cette croûte était-elle consistante que les éléments volatils, désormais privés de toute communication avec le foyer de chaleur qui les maintenait à l'état gazeux, ont dû commencer à se condenser sur ce substratum composé principalement de *gneiss* et de *micaschistes*.

Dès que l'enveloppe écailleuse a pris une certaine consistance pâteuse, les parties les plus légères de la masse fondue, celles que leur poids spécifique obligeait à venir à la surface et qui étaient précisément composées de silicates les plus réfractaires, ont formé une écume siliceuse dans laquelle s'est enrobée une série de minerais qui ont formé ce que nous appellerons les *gîtes d'inclusions* à l'état sporadique dans les *gneiss* et les *micaschistes*.

Sur ces gneiss et micaschistes se sont déposées les diverses assises sédimentaires d'après un processus dont l'étude et la description font l'objet d'une science particulière: la *stratigraphie*.

Sous l'effet de contraction de la masse nucléaire sous-jacente, dû à son refroidissement graduel, la croûte terrestre a été soumise à des efforts de compression, de plissements et de torsion qui ont provoqué les *surrections montagneuses*, les *plis anticlinaux* et *synclinaux*, les *recouvrements* et *charriages*, les *fractures*, etc., phénomènes dont l'étude fait l'objet d'une science récente: la *tectonique*.

Les fractures béantes, le décollement et l'entre-bâillement des masses pierreuses; tous les vides, en un mot, résultant de l'accidentation des assises rocheuses, ont été remplis de substances étranges, d'apparence très singulière, qui sont en général des matières dont l'homme retire un élément utile et qui, par définition, sont des minerais.

Dans les fentes entr'ouvertes de l'écorce terrestre, les *roches éruptives* se sont insinuées, injectées et figées: elles se présentent aujourd'hui sous forme de plaques gigantesques connues sous le nom de *dykes* quand elles effleurent au jour et de *laccolithes* quand elles sont localisées en profondeur.

Les roches éruptives ont apporté les substances minérales qui leur étaient incorporées et dont elles se sont libérées par « rochage ».

Elles paraissent être la source des gîtes métallifères. Certains de ces gîtes résident au sein même de la roche (gîtes d'inclusions à l'état sporadique), d'autres sont au contact immédiat de la roche (gîtes d'excrétion périphérique) et comme incrustés à la roche; la plupart sont localisés dans des fractures ou dans des vides préexistants (gîtes filoniens, amas, etc.).

Il ne serait venu à l'idée de personne d'attribuer la formation des dépôts minéraux à un emprunt prélevé sur les éléments contenus dans les roches si, d'une part, on n'avait constaté que ces roches retiennent encore des éléments métalliques dont elles ne sont pas entièrement dépouillées et, d'autre part, si nous ne constatons, tous les jours, l'énorme dégagement de vapeurs métallifères qui s'échappent des laves vomies, sous nos yeux, par les volcans en éruption.

Les dykes et laccolithes, en se refroidissant, ont émis des torrents de vapeurs métallifères aqueuses, vapeurs composées d'éléments très différents suivant l'étape ou degré du refroidissement. Par analogie avec les émanations des laves volcaniques actuelles, on peut établir la localisation des gîtes minéraux en des endroits très particuliers.

La zone immédiatement au-dessous de l'écorce silicatée peut être supposée renfermer les métalloïdes minéralisateurs: chlore, soufre, phosphore et leurs homologues plus rares; sélénium, tellure, fluor et bore.

Ces minéralisateurs ont joué, en effet, un grand rôle dans la cristallisation de toutes les roches silicatées acides, et ils se retrouvent dans les émanations qui s'échappent des roches éruptives, émanations qui ont donné naissance aux substances minérales.

Roches éruptives. — Toutes les roches éruptives que l'on regardait jusqu'ici comme distinctes ne sont, en définitive, que des roches dérivant les unes des autres.

Une masse éruptive, poussée des profondeurs dans une fente ou dans un boyau, se modifie progressivement de bas en haut et semble donner successivement toute la gamme des espèces dont on s'est plu à multiplier le nombre ; si bien qu'une nomenclature complète dépasse ce qu'une mémoire humaine peut retenir. Cet imbroglio met certains prospecteurs dans un embarras considérable, tandis qu'il permet à d'autres de faire parade d'un savoir éminent en mettant à leur service une foule de noms très curieux dont s'émaillent leurs rapports techniques, noms dont l'étrangeté jette les lecteurs dans des perplexités admiratives qui les empêchent souvent d'achever l'examen de pages jugées par trop savantes.

Et pourtant la ressemblance chimique des espèces de roches éruptives permet au prospecteur de n'en considérer que quelques types particuliers dont la connaissance suffit amplement pour se rendre très bien compte du lien qui subordonne tel gîte donné à la roche éruptive qui l'a engendré.

Il semble démontré, actuellement, que dans l'ensemble d'une poussée éruptive injectée à travers une fissure du sol, et figée par refroidissement lent, il se réalise une liqation qui concentre et localise, à d'inégales hauteurs, les diverses espèces.

Il ne serait plus opportun de parler aujourd'hui d'une série éruptive ancienne et d'une série moderne ; la série réputée ancienne représente simplement les parties profondes, et la série moderne les portions superficielles des colonnes laviques.

Un dyke offre une composition variable dans le sens de sa hauteur.

Cette variation dans le sens vertical se présente aussi bien dans les filons. La plupart des dykes et des filons ont été décapités, démantelés, rabotés par l'érosion progressive et incessante due aux divers agents géologiques d'intempérisme, de destruction et de transport.

A la base d'un dyke tendent à s'assembler les minéraux les moins fusibles, ceux qui exigent le plus de chaleur pour subsister à l'état pâteux ; tels sont le quartz et l'orthose, dans le granite et la diorite ; le pyroxène, dans les diabases ; vers le haut, se présentent surtout les roches basiques à labrador et anorthite.

Entre les roches acides du bas et les roches basiques du haut se logent tous les termes intermédiaires : roches plus ou moins neutres.

La série se complète et se termine par les roches vitreuses (obsidiennes), dont la composition diffère peu de celle du feldspath.

A propos du tableau où nous donnons, sous une forme concise, les roches les plus communes rangées par catégories, il importe de faire remarquer que, pour beaucoup de régions, il est permis de supposer que les roches cristallophylliennes, surtout les gneiss et les micaschistes, sont d'anciens sédiments amorphes transformés et rendus cristallins par métamorphisme ou, plus souvent, par dynamo-métamorphisme.

Texture des roches. — Les roches endogènes sont très variées d'aspect. Comme elles résultent de la solidification d'une masse pâteuse, les conditions physiques dans lesquelles s'est effectuée cette solidification ont imposé aux minéraux entrant dans la composition élémentaire de la roche un agencement spécial.

Ces minéraux peuvent adopter l'état cristallisé ou l'état amorphe, et de leur agencement résulte la « texture ». Toute roche dans laquelle les éléments minéraux constituants sont tous à l'état cristallin prendra l'aspect « holocristallin » avec les types de texture granitoïde.

La texture *granitoïde* est celle d'une roche formée d'un agrégat de cristaux analogues.

La texture *porphyroïde* est celle qu'offre une roche dont certains éléments cristallisés sont disséminés et inclus dans une pâte amorphe.

La texture *vitreuse* est celle des roches dont tous les éléments sont à l'état amorphe. Le type lithologique vitreux le plus abondant est l'obsidienne.

Le type vacuolaire appartient à la « pierre ponce », qui est essentiellement bulleuse, et par conséquent si légère qu'elle flotte parfois sur l'eau.

Classification des roches. — L'élément le plus répandu dans les roches est la silice, à l'état libre ou combiné.

Une roche endogène est *acide* quand elle contient plus de silice qu'il convient aux silicates acides, soit 65 à 69 0/0; une roche *basique* en contient 40 à 55 et une roche *neutre* 55 à 65 0/0.

Les roches acides renferment une proportion telle de silice et de bases que ces dernières, après leur saturation, laissent un excès de quartz libre, en grains plus ou moins volumineux; l'orthose, l'albite, la sanidine, le microcline les caractérisent; le granite, la granulite, sont les types principaux de ce genre.

Les roches neutres renferment une proportion telle de silice et de bases que la saturation est à peu près exacte: l'oligoclase est leur feldspath essentiel, par exemple dans l'andésite et la dacite de l'Estrel, qui sont des types de l'espèce.

Enfin, dans les roches basiques, la quantité de silice est insuffisante pour réaliser la saturation complète de toutes les bases et on y rencontre des protosilicates tels que le périclase ou olivine avec labrador et anorthite comme feldspaths principaux, par exemple dans les basaltes.

Dans les roches acides, les silicates essentiels sont les feldspaths et les micas.

Les silicates accessoires nous intéressent, parce que c'est parmi eux

que nous trouverons des minerais utiles. C'est ainsi que les silicates accessoires qui habitent les granites, granulites et gneiss, sont: la cordiérite et le sphène avec oligiste, la cassitérite, le wolfram, l'ilménite, etc.

Les silicates accessoires qui habitent les pegmatites sont: la tourmaline, la topaze, les béryls et bon nombre de pierres précieuses.

Les syénites zirconiennes ou éleolithiques appellent surtout notre attention à cause des *terres rares* qu'elles contiennent.

Les silicates essentiels des roches basiques sont les pyroxènes, les amphiboles et les périclites.

C'est parmi les roches basiques que nous rencontrons ces roches amygdaloïdes curieuses dont les amygdales contiennent les zéolithes sodiques, calciques, sodico-calciques, calcico-potassiques et barytiques.

Nomenclature des roches éruptives. — Ce n'est que récemment, vers 1870, que l'étude micrographique des roches, en lames minces et à l'aide de la lumière polarisée, a permis de définir rationnellement les divers types de roches éruptives.

Michel Lévy est parvenu à formuler les énoncés suivants, d'une grande portée pratique :

1° Toutes les roches éruptives sont une combinaison de deux scories, l'une acide, l'autre basique, avec l'aide d'éléments actifs : chlore, soufre, phosphore, bore, qui, en se combinant avec la scorie acide, l'aident à dissoudre la scorie basique ;

2° La proportion de magnésie est tout à fait caractéristique de la quantité de scorie ferro-magnésienne entrant dans la composition définitive de la roche, c'est-à-dire de sa basicité.

La magnésie tend vers zéro quand la silice augmente, c'est-à-dire quand l'acidité s'accroît ;

3° Quand on considère une famille de roches homogènes, tout se passe comme si, à un magma ferro-magnésien, venait s'ajouter, par apports successifs, une quantité d'abord rapidement croissante d'alcalis, d'alumine et de silice ; puis, une fois la saturation de la potasse, de la soude et de l'alumine atteinte, la silice croît et semble remplacer le magma ferro-magnésien.

Ces magmas sont l'un et l'autre susceptibles de grandes variations de composition : dans le magma alcalin, par exemple, la proportion de silice passe de 51 à 100 0/0.

La structure d'une roche est une conséquence de son mode de formation, c'est-à-dire de la façon dont la consolidation s'y est opérée.

Or, la plupart des roches éruptives se sont formées en plusieurs temps. Dans le cas le plus compliqué, on a pu constater quatre stades principaux de la consolidation.

Rattachement des gîtes miniers aux roches éruptives. — Il existe une classe importante de métaux qui ne quittent pas certaines roches et qu'on ne rencontre qu'enrobés et incorporés dans leur pâte. Mais tous, y compris ceux qu'on ne retrouve plus guère qu'en propor-

I. Minéraux primordiaux des roches endogènes.

ÉLÉMENTS BLANCS (ALCALINO-TERRÉUX)		ÉLÉMENTS COLORÉS (FÉRO-MAGNÉSIEUX)	
Essentiels	Accessoires	Essentiels	Accessoires
1. Quartz. 2. Micas blancs. 3. Orthose. 4. Microcline. 5. Albite. 6. Oligoclase. 7. Labrador. 8. Anorthite. 9. Néphéline. 10. Leucite.	11. Topaze. 12. Émeraude. 13. Apatite. 14. Sphène. 15. Cordierite. 16. Wernérite. 17. Melilite. 18. Hauyne et Noséane.	19. Micas noirs. 20. Pyroxènes. 21. Amphiboles. 22. Hyperséthéite. 23. Pérido's.	24. Tourmaline. 25. Grenats. 26. Zircon. 27. Spinelles. 28. Fer chromé. 29. Fer oxydulé. 30. Fer oligiste. 31. Fer titané.
FELDSPATHS		SPILLES	

II. Minéraux secondaires.

IMMÉDIATS	MÉDIATS
32. Calcédoine. 33. Opale. 34. Tridymite. 35. Épidote. 36. Talc.	37. Chlorite. 38. Bastite. 39. Serpentine. 40. Sodalite. 41. Andalousite. 42. Disthène. 43. Staurotide. 44. Corindon. 45. Diamant.
	46. Graphite. 47. Wollastonite. 48. Zéolite. 49. Calcite et Arago- nité.

Roches acides, dans lesquelles on aperçoit des cristaux de quartz et où l'élément essentiel dominant est l'orthose.

TEXTURE	ÉLÉMENTS ESSENTIELS		APPELLATIONS (SYNONYMES ENTRE PARENTHÈSES)
Polocristalline (granitoïde). Les roches se présentent en massifs étendus.	<p>Orthose dominant.</p> <p>Mica noir..... Mica blanc..... Mica blanc accidentel et concentré en lamelles superposées..... Mica noir altéré devenu chlorite (verte)</p>		Granite. Granulite (granite à étain). Pegmatite. Protogine.
Hypocristalline (porphyroïde). Ces roches ne se présentent qu'en dykes.	<p>ÉLÉMENTS ESSENTIELS DE LA PÂTE ± AMORPHE</p> <p>Pâte granulitique rouge brune ou grise d'orthose, de quartz et mica blanc. Microgranulites (M. Lévy) (porphyres quarzifères, granophyres de Lapparent.)</p> <p>Pâte ornée de sphérolithes, c'est-à-dire de matière cristalline réunie en globules qu'interrompent des zones concentriques de matière amorphe felsophyres.</p> <p>Pâte dure au toucher, c'est-à-dire trachytique avec nombreux sphérolithes.</p>		Elvan. Granitophyres (porphyres granitoïdes de Gruner). Granulophyres. Eurites (porphyres globulaires, sphérophyres de Lapparent). Pyromérides. Porphyres pétersiliceux.
Vitreuse. Ces roches se présentent en coulées.	<p>ÉLÉMENTS ESSENTIELS EN CRISTAUX OU EN SPHÉROLITHES</p> <p>Quartz et mica noir..... Orthose en gros cristaux..... Quartz et orthose..... Sphérolithes de quartz et catédoïne.. Gros sphérolithes calcédonieux offrant une disposition radiale et concentrique par zone d'accroissement... Sphérolithes à croix noire avec petits cristaux d'oxyde de fer et cristaux de quartz, mica noir, orthose à reflets bleuâtres..... Très nombreux sphérolithes de sanidine (variété d'orthose) et de quartz. Ce sont des verres naturels à éclat résineux, à cassure conchoïdale, dont la couleur varie du vert olive au brun foncé, dont la pâte est parfois riche en cristallites, mais toujours ± parsemée de cristaux apparents</p>		Rhyolithes. Résinites (perlites). Obsidiennes (acides) (liparobsidiennes). Ponce (acides) (liparoponce).

Roches neutres.

ÉLÉMENTS ESSENTIELS		APPELLATIONS	
Orthose (microcline, albite) et mica (biotite).		Granite sans quartz ; Syénite, dite :	Syénite amphibolique. Ortholite ou Minette (Vosges). Vogésite (Vosges). Foyatte (du Portugal). Miascile (Oural). Distroite (Transylvanie). Syénite zirconienne (Norvège). id. Élénolithique.
Plagioclase et mica (magnésien).		Kersanton.	
GROS CRISTAUX (sphérolithes)			
Quartz pyramidé. Andésine. Pyroxène. Mica noir. Plagioclase.		Dacites.	A amphiboles A pyroxène.
Orthose. ± Quartz.		Orthophyres (porphyres syéni- tiques).	A silice libre, porphyres bruns des Vosges et du Morvan. Norvégiens (Rhombenporphyres de Rosenbueh). Tyroliens.
Plagioclase avec pyroxène ou amphibole.		Porphyrites.	Rouge antique (Djebel-Dokhan, Egypte). Micacée.
Hypocristalline. a) Pâte exclusivement cristalline. groupe porphyritique.			

<p>Hypocristalline. b) Pâte pourvue abondamment de matière amorphe. Groupe trachytique</p>	<p>Grise, rude, caverneuse dont les vides contiennent parfois de magnifiques cristaux</p>	<p>Gros cristaux de sanidine (var. d'orthose à éclat vitreux), petits cristaux. Plagioclase. Pyroxène. Hornblende. ± Mica (noir).</p>	<p>Trachytes.</p>	<p>À topaze (Mexique). A tridymite. Domite (Puy-de-Dôme).</p>
	<p>Plagioclase dominant : Andésite (qui est un oligoclase altéré, riche en inclusions vitreuses) et augite.</p>	<p>Pyroxène. Mica (biotite). Amphibole.</p>	<p>Andésites.</p>	<p>A amphibole et mica (Mont-Dore, Andes). Augite. Enstatite ou hyperoxène. Ergite. Haüyne.</p>
	<p>Néphéline (éoléolite) avec : Augite. Orthose. ± Oligoclase.</p>	<p>Sanidine. Hornblende. Augite.</p>	<p>Phénolithes à teintes verdâtres. Trachytes écolithiques.</p>	<p>A néphéline (Mont-Dore). A leucite (environs de Rome).</p>
<p>Vitreuse.</p>	<p>Roches vitreuses correspondant respectivement aux trois espèces de roches hypocristallines à pâte fluidale (genre obsidienne) ou à pâte vacuolaire parfois très poreuses (genre ponce). On n'y trouve jamais de quartz, mais seulement de la sanidine dans une pâte amorphe de microlithes pyroxéniques</p>		<p>Hyalotrachytiques Hyaloandesites. Hyalophonolites.</p>	

Roches basiques sans quartz.

ÉLÉMENTS ESSENTIELS		APPELLATIONS
TEXTURE	PÉROSPATHS SILICATES MAGNÉSIENS	
	Hornblende : roche amphibolique.	Diorite, variétés (d'après le plagioclase).
	Roches pyroxéniques qui suivent l'espèce de pyroxène est : 1° A augite.	Diabases, variétés.
	2° A diallage.	Dolerite.
	3° A enstatite.	Gabbros et euphotides.
	Pyroxène (augite) et péricl (olivine). <i>Péridotites</i> qui se trans- forment en <i>serpentine</i> par passage du péridot et de l'enstatite à la serpen- tine.	Ophites
	Roches a feldspathiques ; dépourvues d'éléments blancs c'est-à-dire sans plagioclases, constituées de :	Norites, variétés
Holocristalline (granitoïde).		Tiérites.
Roches habituelle- ment verdâtres.		Herzolithes.
		Dunités

Tous ces tableaux sont empruntés à *Gîtes miniers et leur prospection*,
par Louis Basset (Dunod, éditeur)

Hypocristalline, pâte vert foncé allant jusqu'au noir.	NATURE DE LA PÂTE	CRISTAUX ÉPARPILLÉS DANS LA PÂTE	Trapps.
À grains visibles :	Pâte labradorique avec mica noir.	Augite.	Porphyres diabasiques (diabasophyres, labradrophyres et augitophyres de Lapparent).
Texture porphyrique des <i>trapps</i> .	Pâte amorphe avec microlithes augitiques et feldspathiques.	Labrador ou anorthite. Augite. Péridot.	Mélaphyres. { A anorthite. A labrador.
À grains microscopiques :	Microlithes augitiques avec leucite et néphéline.	Anorthite ou labrador. Augite et bornblende. Olivine. ± Zircon et apatite. Augite. — Leucite. Néphéline. ± Spène et apatite.	Basaltes. { A anorthite. A labrador.
Texture aphanitique des basaltes.	Microlithes augitiques et labradoriques.	Labrador et anorthite. Augite et magnétite.	Leucitophyres. Néphélinites. Labradorites.
Parsemée de sphérolithes	Microlithes augitiques complètement dépourvus de feldspath.	Augite et magnétite.	Augites.
Vitreuse.	Labrador et diallage.	Sphérolithes composés de cristaux fibreux, d'oligoclase, de cristaux granuleux d'augite et de cristaux lamelleux d'actinote.	Variolites.
	Labrador et augite. Pâte basaltique.	Amygdales.	Spilites. Hyalobasaltes.
	Pâte homogène amorphe avec grains microscopiques de plagioclase, olivine et magnétite		Resimite mélaphyrique.

tion infinitésimale dans leur pâte, ont été originairement inclus dans les roches éruptives.

Ils en ont été expulsés sous forme de *composés volatils*.

L'origine des composés gazeux occlus dans la masse fluide et leur libération tumultueuse s'expliquent parfaitement par le phénomène du *rochage*, qui se manifeste dans la coupellation du plomb.

L'étude des fumerolles échappées des laves, au fur et à mesure de leur refroidissement, a donné l'explication précise du mode de localisation des divers métaux dans les gîtes métallifères.

La donnée des températures échelonnées, pendant le refroidissement graduel de la roche entre 500° et la température ordinaire, indique que les vapeurs chloro-fluorées n'ont pu subsister qu'au voisinage de la roche. Les minerais, dont la formation réclame l'intervention du chlore ou du fluor sont, en effet, inclus et comme incorporés dans la roche elle-même.

Pareillement, les minerais sulfurés ou d'origine sulfurée se sont rangés et localisés à des distances de la roche-mère variable, suivant la température à laquelle leur sulfure peut subsister en dissolution. C'est ainsi que le cuivre s'est logé au voisinage immédiat de la roche-mère dans ce que nous avons appelé les *gîtes d'excrétion périphérique* (voir notre ouvrage *Gîtes minéraux et leur prospection*).

Les métaux, entraînés par les divers minéralisateurs, peuvent être rangés en groupes ou associations qui se retrouvent identiquement dans les gîtes miniers.

Géométrie des filons. — Un filon est une fente ou cassure produite dans une assise quelconque par suite d'une rupture d'équilibre entre l'écorce terrestre et la masse ignée nucléaire sous-jacente.

Les dykes sont des cassures, de même origine, injectées d'une roche éruptive qui s'y est logée par intrusion de bas en haut.

Les filons et toutes les cavités généralement quelconques : fentes, amas, entonnoirs, conduits canaliformes, etc., qui constituent les gîtes de remplissage, ont été formés par le séjour, plus ou moins prolongé dans ces anfractuosités diverses, de solutions de nature sulfurée.

Tous les minéraux non sulfurés, dont le dépôt suppose l'intervention de fumerolles chlorofluorées, sont exclusivement contenus dans la pâte même des roches ou dans des fentes, de contraction ou de retrait, de ces roches, fentes auxquelles nous nous refusons d'attribuer le nom de filon, malgré l'usage.

Nous comprenons, sous le titre de *Géométrie des filons*, l'étude de tout ce qui concerne l'épure en plan ou en coupe, de leur forme et de leur structure ; épure d'un filon pris individuellement d'abord, et épure d'un ensemble de filons groupés dans un district métallifère.

Une cassure peut affecter l'écorce terrestre sur toute sa hauteur. Elle est donc mise en relation, d'un côté avec les agents atmosphé-

riques et les eaux d'infiltrations souterraines, et de l'autre avec les multiples émanations du magma fluide interne, qui, par ses apophyses (laccolithes et dykes) injectées au travers des assises sédimentaires, multiplie les points de contact entre les éléments aqueux descendant de l'atmosphère, et ceux généralement gazeux qui s'exhalent du milieu igné ou noyau fluide central.

Un filon se présente sous la forme d'une plaque à parois plus ou moins ondulées, ayant la dimension de la fente préexistante et dont la position n'a aucun rapport avec la stratification du sol; de même que sa composition est généralement tout à fait distincte.

Il importe d'examiner dans un district minier :

1° La composition et la structure des filons;

2° Leur forme et leur allure;

3° Les relations des filons entre eux ou leur groupement;

4° La distribution intérieure des variétés de minerais, notamment dans le sens vertical.

Section verticale d'un filon. — Les minéraux qui remplissent la masse d'un filon s'y présentent avec une texture fibreuse ou « clivable », les cristaux déterminables qu'on y voit s'y logent exclusivement dans des vides intérieurs; ils tapissent ces vides appelés : *druses, fours* ou *poches* à cristaux.

Structure des filons. — Une cassure, déjà oblitérée par un premier remplissage, reste toujours, dans la roche, une *section de moindre résistance* qui pourra se rouvrir facilement; réouverture ou décollement à la suite duquel les mêmes phénomènes de remplissage pourront se reproduire, mais en donnant lieu, la plupart du temps, à des actions chimiques différentes. On aura donc, le plus souvent, un remplissage extrêmement complexe dans lequel des observations attentives pourront faire reconnaître non seulement l'ordre d'arrivée des matières d'une période de remplissage, mais encore le nombre et l'âge relatif des autres périodes ultérieures. Cette série de *venues* sulfurées échelonnées est un des mécanismes qui ont le plus contribué à la formation des minerais complexes.

Un simple coup d'œil suffit à révéler, sur la section d'un filon, une première distinction: celle des *gangues* et celle des *minerais*.

Les gangues et les minerais ont parfois la même origine, mais, souvent aussi, les gangues proviennent de l'éboulement de fragments échappés aux parois du filon et de réactions par double décomposition, réactions qui se passent entre les roches encaissantes et les solutions métallisantes.

Dans un district métallifère, il n'existe rarement qu'un nombre très limité de gangues différentes et de minerais.

À côté des filons à texture rubanée qui dénotent un remplissage fait progressivement par des dépôts successifs entassés les uns sur les autres, il y a des filons, à textures amygdaloïdes, dans lesquels les

sulfures et les gangues forment des sphéroïdes à zones concentriques.

Formes et allures des filons. — La forme extérieure d'un filon est, le plus souvent, une saillie ou arête à peu près rectiligne, qui constitue son *affleurement*. Si l'on vient à excaver le sol en un point quelconque de l'affleurement, on ne tarde pas à reconnaître que la fente originelle est plus ou moins inclinée; qu'elle a, par conséquent, un *toit* et un *mur*, et il importe d'évaluer cette inclinaison; ce qui se dit: mesurer le *pendage* du filon.

On distingue encore dans un filon: les *salbandes*, matières de consistance argileuse, provenant de l'altération de la roche encaissante, soit qu'elle ait été broyée par suite de l'énorme frottement qui a accompagné le mouvement relatif du toit sur le mur et dont on retrouve souvent la trace dans les surfaces polies et régulièrement striées (*miroir* des mineurs) du toit et du mur, soit qu'elle ait été attaquée plus ou moins profondément par les dissolutions qui sont venues déposer les gangues et les minerais.

Les salbandes n'existent pas toujours; il arrive souvent que les matières du filon adhèrent aux *épontes*, c'est-à-dire aux parois de la *roche encaissante* très souvent modifiée, par ce que l'on nomme le *métamorphisme filonien*.

Quant aux relations mutuelles des filons et des roches que ces filons traversent, voici ce qu'on observe:

Si un filon traverse alternativement des roches siliceuses, à peu près inaltérables, et des roches calcaires, éminemment attaquables, on aura des variations.

Ce filon aura une épaisseur à peu près normale dans les roches inattaquables; il se renflera dans les roches calcaires que les eaux acides rongent et corrodent si aisément. Le remplissage filonien *s'accroîtra* dans le vide provoqué par la corrosion du calcaire. De plus, cette corrosion des épontes ayant dû, en même temps, produire une précipitation des oxydes métalliques à la place des sulfates du calcium ou du fer emportés à cause de leur solubilité par des solutions en mouvement, cette précipitation a provoqué un enrichissement du remplissage.

Les diverses roches qu'un filon traverse paraissent jouer un certain rôle, même quand aucune d'elles n'est attaquable. Dans un district métallifère donné, telle roche est connue pour *enrichir*, telle autre roche pour *appauvrir* les filons qui y pénètrent. Souvent on ne peut attribuer cette influence qu'à des phénomènes thermo-électriques qui ont pu être en jeu pendant que le dépôt s'opérait.

Certains gîtes filoniens sont formés de *veines réticulées*.

La modification la plus importante de la forme des filons résulte de la traversée, par un filon, des plans de séparation des strates sédimentaires.

Il se fait fréquemment, en ces endroits, des épanouissements inters-

ratifiés ; des gibbosités lenticulaires qui atteignent parfois la dimension de puissants amas. Cette accidentation des filons est remarquable ; elle conduit à ce que l'on désigne sous le nom de *filon-couche* : c'est un filon qui épouse et suit la surface et aussi les contours onduleux de la stratification. Si le joint est une ligne de séparation de deux terrains, l'un éruptif, l'autre sédimentaire, qui, par suite, ne sont pas contemporains, le gîte ainsi situé s'appellera *filon de contact*. Enfin, si le joint de division est facile, et si la ligne suivie est un filon plus ancien contre lequel un filon plus récent vient s'accoler, on dit que le filon plus moderne *se traîne* dans le filon plus ancien.

Une cassure, surtout en terrain peu résistant, n'est jamais parfaitement franche et nette ; la fente se bifurque ou se trifurque. A la première rencontre d'une telle ramification, le mineur peut éprouver quelque embarras pour savoir quelle est la branche qui représente le filon principal, et qu'il est préférable de suivre. Les filons *ramifiés* exigent une grande attention de la part de l'exploitant.

L'*orientation* d'un filon se compte par l'angle de sa direction générale avec la ligne nord-sud géographique.

Dans un district donné, les filons se rangent par groupes, chaque groupe comprenant des filons de même orientation.

Cette considération est d'une importance capitale, car il semble hors de doute que les filons de même direction ont une formation commune ; ils sont issus d'une dislocation déterminée, d'un effort de torsion, de compression, de dénivellation particulier.

Un filon peut s'arrêter en direction simplement parce que la fissure ne s'est pas étendue plus loin, et il se termine, soit en coin, soit par une sorte d'étoilement. Mais un filon peut aussi être *intercepté*, quand, par exemple, il vient buter, en direction, contre quelque grande faille au delà de laquelle on ne le retrouve plus.

Dans un district filonien, les cassures sont nombreuses, et, nécessairement, elles sont sujettes à de nombreuses intersections, à de nombreux *croisements*.

Dans le réseau, très compliqué, que forme l'ensemble des lignes de brisures, il y a quelques observations utiles à faire.

En principe, lorsque deux filons se croisent de telle sorte que leurs directions ne se coupent pas sous un angle trop aigu, on distinguera facilement le filon *croiseur* ou le plus moderne, et le filon *croisé*, qui est le plus ancien. On constate, presque toujours, que le filon croisé est *rejeté* par le filon croiseur.

Le passage des rejets est une opération délicate. En arrivant contre un croiseur ou une faille, et après les avoir traversés, on ne retrouvera plus le filon croisé, au delà de la cassure, dans le prolongement de la galerie que l'on menait dans le filon jusqu'au moment où il est venu buter contre l'obstacle.

De quel côté doit-on marcher pour retrouver le filon rejeté ?

Synchronisme filonien. — Tableau comparatif de filons
Extrait de *Gîtes miniers et leur*

SAXE		CHILI	BOLIVIE	RÉPUBLIQUE ARGENTINE
Freiberg, au N.-O. de la ville dans la région du gneiss à biotite et des micaschistes, sur une longueur de 22 kilom. au N. de la Mulde. Ces filons sont éparpillés dans le Schwarzbirge de Braunsdorf.	Joachimstall, Richelsdorf, OElpe, Sangerhausen Kaunsdorf, Schneeberg, Armaberg, Harzgerode, Wittichau.	A 80 kilomètres au sud de Copiapo sur les monts de Chanarcillo des calcaires jurassiques percés de dykes porphyriques augitiques; autres mines Caracoles (Atacama), Antofogasta et Arqueros (près Coquimbo).	Huanchaca (Potoso), Pulacayo, Ubino et Asicuto.	District de Famatina.
Zinckite. Jamesonite. Argent natif. Argentite. Argyrose (Ag ² S). Argent rouge antimonial et arsenical. Stibine (S.Sb).	Pechblende et As natif.	Argent natif. Chlorures, bromures et iodures d'argent.	Minerais d'argent.	Or.
Mispickel très riche en argent (S.As). Chalcopryrite. Panabase (S.As,Sb).	Ni, Co (nickeline NiAs, duoantite NiAs ²). Bi (kupfernickel). Urane.	Argentite. Polybasite $9(\text{Cu}^2\text{Ag}^2)\text{S}(\text{SbAs})^2\text{S}^3$. Proustite $(3\text{Ag}^2\text{SAs}^2\text{S}^3)$. Pyrargirite. Mispickel.	Chalcopryrite. Tétraédrite (AsSbS). Panabase (AsSbS).	Famatinitite (Cu ³ SbS ⁴). Emargite (Cu ³ AsS ⁴). Panabase.
Galène. Blende. Boulangérite (S.Sb). Bourmonite (S.Sb avec Cu). Berthierite.		Galène. Blende.	Galène. Blende.	
Altenburg et Zinnwald. Etain.				Or, argent. Etain. Bismuth.
Quartz dominant ± calcite et dolomie, fluorine très rare.	Barytine et fluorine.	Barytine domine.	Barytine.	

pris en diverses régions du globe.

prospection, par J. ROUX-BRAHIC.

MEXIQUE	PÉROU (Cerro de Pasco)	BUTTE CITY (Montana)	NEVADA (près Austin)	COLORADO	HARTZ
Filon de la Veta Madre de Guanajuato (Sierra de Pachuca).	Mines d'âge post-jurassique. Huancavelica.	60 à 120 mètres. Cuivres oxydés pauvres (10 0/0 Cu.) Zone de deuxième transformation. Niveau hydrostatique. Chalcosine et covelline. Zone de première altération (appauvrissement en soufre) la plus riche en Cu offrait des masses compactes de chalcosine de 4 ^m , 50 de diam.		Filon de Comstock près Virginia City. Or. Argent natif. Oxydes } Fer. } Mn. Sulfates } Cu. et carbo- } et nates } Pb.	Andreasberg et aussi filon de Kongsberg dans le sud de la Suède.
Metales Colorados (podridos). Oxydes de Fe et Mn. Chlorure, bromure, argent. Argent natif, ± or natif.	Pacos ou Cascajos.		Stibine.	Argent sulfuré.	Ni antimoniaux et arsenical. As natif. Ag. arsenié et antimonié, Pyrostilbinite.
Metales } M. de pinto. } M. de negro. } M. de fuego	Pyrargirite. Polybasite.	Cu panaché. Chalcopyrite peu riche en Ag. Pyrite. Enargite.	Pyrargyrite. Proustite. Polybasite. Stéphanite. Tétrahédrite.	Polybasite. Stéphanite. Pyrargirite. Proustite. Pyrite Cu.	Pyrargirite. Proustite.
	Galène. Blende.		Galène. Blende.	Galène. Blende.	
		Gangue-quartz.			Gangue exclusivement calcaire.

On invoque souvent la règle de Schmidt, dont la rigueur est fort contestable.

Relation et groupement des filons. — Il est très rare qu'un filon soit isolé dans une contrée. Dès qu'il existe plusieurs filons, il y a nécessairement des relations entre eux. Comme nous venons de le dire, les filons peuvent être parallèles ou se croiser.

Si l'on examine avec soin la carte minière d'un district filonien et qu'on étudie les faits constatés sur les registres de l'exploitation, on arrive à ces conclusions générales : les filons formés à une même époque ont généralement une composition identique et sont parallèles ; les filons ou ensemble de filons parallèles entre eux sont, aussi, parallèles à des dykes, et, par suite, très probablement subordonnés à la roche éruptive injectée dans ces dykes ; il y a autant de systèmes de filons qu'il y a de directions différentes de dykes ; il y a une parenté entre le remplissage filonien d'un système de filons parallèles et la nature de la roche éruptive du dyke appartenant à ce système.

Cet ensemble de constatations donne l'explication des venues successives et caractéristiques d'un système de filons parallèles entre eux et dont l'orientation est bien définie.

On peut, à l'aide de ce rattachement des systèmes de filons aux dykes qui ont pour ainsi dire engendré leur remplissage, cataloguer, d'une façon nette et précise, les genres et les espèces de complexes, qui sont caractérisés d'ailleurs par certaines affinités chimiques.

De plus, les filons, ainsi liés entre eux par des relations de direction, doivent naturellement présenter des rapports du même ordre avec les grands accidents tectoniques dont ils ne sont, en quelque sorte, que le contre-coup affaibli.

Les districts métallifères de la Saxe, de la Bohême, du Hartz, etc., sur lesquels les documents abondent, confirment ces relations de parallélisme entre les accidentations montagneuses locales et les diverses cassures, filons et dykes, qui en furent l'accompagnement ou la suite.

Dans un district métallifère, les filons n'y sont pas dispersés au hasard, ils s'apparentent avec les ridements principaux, avec les axes de plissement, tant des plis anticlinaux que des plis synclinaux.

Les considérations générales que nous venons d'exposer doivent être familières à toute personne qui veut s'occuper, à un point de vue technique, de l'industrie des mines.

Elles sont aussi utiles à l'ingénieur, qui doit décider l'aménagement d'ensemble d'une exploitation de plusieurs filons rassemblés dans une mine, qu'au maître mineur occupé de la conduite journalière des traçages et des abatages.

Dans les districts où l'épaisseur des assises traversées par les filons sera considérable, on trouvera du cinabre, surtout au voisinage de la surface, puis de la galène, de la blende ; seuls les puits profonds

atteindront les pyrites de fer les pyrites cuivreuses, et, enfin, les pyrrhotines nickelifères.

Inversement, quand nous aurons, près de la surface, des pyrrhotines nickelifères et des pyrites cuivreuses, nous reconnaitrons que nous sommes dans un pays fortement raboté par les érosions, dans une contrée usée et offrant, comme les boucliers canadiens et scandinaves, le modèle de la pénéplaine. La distribution géographique des gîtes filoniens cuivreux confirme ces notions théoriques.

Si donc nous rencontrons dans un pays un filon cuivreux, cela ne préjuge rien sur ce qu'était le filon d'origine, dont la portion accessible et visible n'est plus que la racine, en quelque sorte, du filon complet d'antan. Et si, dans un district, nous trouvons des filons à remplissage zinc-plombeux, il n'est pas rare que nous atteignons par des puits profonds des régions à complexes cuivreux ; si nous ne les touchons pas, rien ne nous autorise à dire que ces minerais n'existent pas.

Notions de stratigraphie et de paléontologie. — Il saute aux yeux que les espaces de formes très particulières dans lesquels résident les minerais et leurs gangues ne sont pas distribués géographiquement et géologiquement par hasard. L'étude de ces récipients et de l'emplacement qu'ils occupent est aussi utile que celle de leur contenu appelé ordinairement leur « remplissage ».

L'étude des dislocations terrestres a permis de fixer les points géographiques où sont concentrés les districts miniers et, aussi, de « dater » l'époque de la convulsion qui a donné naissance aux fentes et ouvertures diverses qui ont créé les espaces vides propices à l'insertion, en eux, des dépôts métallifères.

Ces dislocations ne se sont pas opérées simultanément, et le meilleur moyen de fixer les époques d'un dérangement, c'est-à-dire d'une position *anormale* des assises, est de connaître leur succession *normale* telle qu'elle a été fixée par les contributions simultanées et comparées de la stratigraphie et de la paléontologie.

La stratigraphie distingue, en dernière analyse, des strates ou assises de pierres ayant le même aspect et renfermant des espèces fossiles particulières. Ces caractères communs permettent d'établir le synchronisme des assises de *même âge* trouvées en différents pays.

Les assises peuvent être réunies en *étages* correspondant à des époques. Une réunion homogène et rationnelle de plusieurs étages constitue un *système* ou terrain. Enfin les systèmes eux-mêmes se groupent entre eux pour former des ensembles de sédiments qui se sont déposés pendant une *ère* déterminée.

Voici la classification généralement adoptée aujourd'hui :

ÈRE	Systèmes	ÉTAGES	SOUS-ÉTAGES	EXCHAÎNEMENT DES ÊTRES VIVANTS	ACCIDENTATION RESPECTIVE	
Primaire ou Paléozoïque	Préambrien	Précambrien ou Algonkien		L'ère primaire ou paléozoïque est caractérisée par l'absence des formes végétales ou animales actuellement existantes. Première manifestation de la vie organique (fucoides et graptolithes).		
				Extension des graptolithes qui s'éteignent et disparaissent à la fin du gottlandien. Grand développement des trilobites des genres : Calymènes, Dalmanites, Asaphus, Illenus, Homalonotus, etc. Apparition de poissons bizarres à carapaces et sans arêtes (Ganoïdes). Crustacés : Euryptérus et Piérygotus. Primitia, Céphalopodes (Orthocéras, Phragmocéras, Cyrtoceras, Nautilus, etc.).		
				Les poissons ganoïdes déployaient une surprenante richesse de formes et se muent en des genres plus rapprochés de nos squales actuels. Les trilobites sont en complète décadence et en voie de disparition, mais on revanche les brachiopodes abondent (Spirifer, Rynchonella, Stringocéphalus, Pentamerus, Productus, etc.). Céphalopodes (goniatites) ; Gastéropodes (Eomphalus) Polyptéris et crinoïdes.		
		Silurien	Cambrien	Géorgien Acadien Portlandien		Plissements précambriens dans la zone boréale.
	Ordovicien					
	Gottlandien					
		Devonien	Gedinien			Plissements Calédoniens (Écosse, Norvège, Montagnes vertes). Expansion de la mer en Europe.
			Coblentzien			
			Eifelien			
			Givétien			
			Frasnien			
			Faménien			

ÈRE	SYS-ÈME	ÉTAGES	SOUS-ÉTAGES	ENCHAÎNEMENT DES ÊTRES VIVANTS	ACCIDENTATION RESPECTIVE
Secondaire ou Mésozoïque	Triasique	Tyrolien	Carnien Worien	Avec le trias apparaissent des reptiles nageurs (Sauricus) et de nombreux labyrinthodontes (Chirotherium, Trématosaurus, etc.) Les squales (Acroodus, Hybodus, etc.), annoncent l'arrivée prochaine des poissons osseux Brusque apparition des Ammonoites et des Ostracés. Les nautilites diminuent : les crinoïdes abondent.	
				Thuringien	
Primaire ou Paléozoïque (suite).	Fermien	Werrinien ou Vogesien			
		Wiglorien			
		Thuringien			
		Saxonia			
		Peljabien ou			
		Autunien			
		Artinakien			
		Stéphanien ou			
Ouralien					
Westphalien ou					
Moscovien					
Culm ou					
Dinantien					

Ép. géol.	Étages	Sous-étages	Enchaînement des êtres vivants	Accidentation respective
Secondaire ou Mésozoïque (toute) Jurassique	Triasien			
	Rauracien			
	Séquanien			
	Astarocien			
	Oxfordien			
	Argovien			
	Neuvisien			
	Diversien			
	Cullovien	Inférieur		
	Bathonien	Supérieur	<p>Premier mammifère : un marsupia (Microlestes anti-ques). Nombreux reptiles nageurs souvent gigantesques (Ichtyosaurus, Plesiosaurus, etc.), et crocodiliens (Mystriosaurus, P'elagosaurus). Squales et ganoides à queue homocerque (Lepidodus, Pyccholepsis, etc.). Les ammonites et belemnites encombrant les mers jurassiques.</p> <p>Grandes variétés de lamellibranches (Gryphæna, Pecten, Lima, Plicatula, Avicula, Cardium, Pholidomya, Astarte, Trigonina, etc.).</p> <p>Premier oursin (Diadema).</p> <p>Nombreuses crinoïdes (Pentacrinus).</p> <p>Crocodiliens énormes (Cétiosaurus).</p> <p>Marsupiaux divers (Amphibérium, Stéréognathus, Galestes, Triconodon, etc.).</p> <p>Étonnant oiseau (Archæopteryx).</p> <p>Élézards volants (Pterodactylus, Ichtyosaurus, etc.).</p> <p>Premiers chéloniens</p>	<p>Expansion de la mer en Europe.</p> <p>Recul de la mer en Europe.</p>

ÈRE	Sys- tème	ÉTAGES	SOUS-ÉTAGES	ENCHAÎNEMENT DES ÊTRES VIVANTS	ACCIDENTATION RESPECTIVE
Secondaire ou Mésozoïque (suite)	Crétacé	Kimmeridgien Portlandien Néocomien Barrémien Aptien Albien. Cénomancien Turonien	Pterorien	<p>Les dépôts crétacés n'ont pas encore fourni de mammifères mais des oiseaux (Ichthyornis, Odontornis, etc.).</p> <p>Reptile gigantesque (Iguanodon).</p> <p>Belemnites (Actinoceras, Belemnitella) et les ammonites (Acanthoceras, Prienotrochis) sont sur leur déclin.</p> <p>Les oursins (Toxaster, Heteraster, Pyrina, Pygaulus, etc.), fourmillent tandis que les polyptères et les foraminifères diminuent.</p>	<p>Commencement d'expansion marine, en Europe.</p> <p>Expansion maxima de la mer en Europe.</p>
			Virgulien		
			Bathonien		
			Bénassiën ou Aquilonien		
			Vauxgien		
			Hauteriviën		
			Inférieur		
			Rhodanien		
			Bedoulien		
			Gargasien		

ÈRE	Système	ÉTAGES	SOUS-ÉTAGES	ENCHAINEMENT DES ÊTRES VIVANTS	ACCIDENTION RESPECTIVE
Secondaire ou Mésozoïque	(suite)	Turonien	Angoumien	Les rudistes (Sphaerulites, Hippurites, Ractiolites, etc.), sont les animaux caractéristiques de l'époque crétacée avec les chamacées (Caprina, Caprofina, etc.) et les foraminifères (Globigérina, Orbitolina, etc.).	Recul de la mer en Europe
		Emsenarien ou Sénonien inférieur	Coniacien		
		Atorien ou Sénonien supérieur	Santonien		
		Danien	Campanien		
		Thanétien	Maestrichien		
		Sparnacien			
		Yprésien			
		Lutélien			
		Bartonien			
		Ludien ou Piabonien			
Tertiaire ou Néozoïque	Éocène			L'éocène voit surgir, à côté des marsupiaux, les premiers mammifères placentaires (Arctocyon, Palaeonictis, Hyænodon, Pterodon, Adapis, Protopadapis, etc.). Grands oiseaux-marcheurs (Gastornis, Eupterornis, etc.). Les reptiles sont représentés par des tortues, des crocodiliens et quelques sauriens; les poissons (raies, myléobates, chimères, lépidostes, etc.).	Premiers plissements des Montagnes Rocheuses. Grande extension de la Méditerranée. Commencement des plis Pyrénéens. Plissements de la Provence et des Apennins. Maximum des plis Pyrénéens. Formation profonde des nappes préalpines. Plissements de l'Atlas, de l'Himalaya, des Montagnes-Rocheuses.

ÈRE	Sys- tème	ÉTAGES	SOUS-ÉTAGES	ENCHAÎNEMENT DES ÊTRES VIVANTS	ACCIDENTATION RESPECTIVE
Tertiaire ou Néozoïque (suite).	Oligocène	Tongrien	Sannoisien	voisinent avec de nombreux squales (Lamma, Otodus, Oxyrhina). Les céphalopodes (Nautilus, Aturia, etc.), se font rares ; les brachiopodes (Terébracela, Argope, etc.), jouent un rôle très effacé tandis que les gastéropodes (Cérithium, Mélania, Rosellaria, Voluta, Nerita, Fusus, Typhis, Cassis, Ancillaria, etc.), pullulent de toutes parts. Le fait dominant est l'essor prodigieux des nummulites et l'évolution des mammifères durant le miocène : premiers cétacés (Squalodon, Balœna, etc.), pachydermes (Rhinocéros, Acérothérium, Anthracothérium, Tapirus, etc.), proboscidiens énormes (Mastodon, Dinotherium, Eléphas, etc.), édentés (Macrôthérium, Ancylothérium) et quelques singes (Orôpitthécus, Pliopithecus, etc.).	Évaporation de la mer le long des Alpes (Schlier et mollasse). Plissements définalifs du Jura ; surrection des Alpes, des Carpates, des Balkans, etc. Derniers plissements des Apennins. Assèchement de la Méditerranée. Dépression Aralo-Caspicienne, derniers plissements du Caucase. Jonction de la Méditerranée et de l'Atlantique. Époque glaciaire. Effondrement de la mer Tyrrhénienne et de l'Adriatique.
		Aquitanien	Stampien		
	Burdigalien				
	Helvétien				
	Tortonien				
	Sarmatien				
	Pontien				
	Plaisancien				
	Astien	Pliocène			
	Sicilien				

Plantes révélatrices du sous-sol. -- Les prospecteurs y attachent une certaine importance. Sur un sol siliceux poussent des plantes et arbres qu'ils ont appelés pour cela **plantes siliceuses** : *châtaignier*, *chêne-liège*, *pin maritime*, etc., *genêt à balai*, *ajonc*, *bruyère*, *myrtillier*, *arnica*, *yucca*, etc.

Sur un sol calcaire croissent les plantes et arbres **calcicoles**: *buis*, *olivier*, *chêne ordinaire* et *chêne truffier*, *pin d'Alep*, etc., *chardons*, *muscaris*, *gentiane*, *ellébore fétide*, *pied d'alouette*, *cactus*, etc.

Les sables salés produisent : *arundo arenaris*, *convolvulus soldanella*, etc.

Sur les terrains détritiques *serpentineux*, verdâtres ou rougeâtres, poussent deux fougères très spéciales : *asplenium adulterium* et *asplenium serpentine*, variété curieuse d'*asplenium* qui annoncent toujours la *serpentine*.

Certaines plantes sont caractéristiques de certaines espèces minérales ; la *viola calaminaria* pousse sur les terrains à calamine ; ses feuilles contiennent même de 10 à 12 0/0 d'oxyde de zinc ; *l'amorpha canescens* accompagne si souvent les chapeaux de filon de galène qu'on l'a surnommée la *plante du plomb*. Dans les schistes siluriens et les dolomies dévoniennes, l'apatite et la phosphorite sont annoncées par un liseron à fleurs roses : *convolvulus althaeoides*.

Dans le Queensland, on recherche le cuivre principalement dans les endroits où pousse une plante de la famille des caryophyllées : *polycarpea spirostylis*.

Moyens rapides d'examen de quelques minerais sur le terrain.
Echelle de fusibilité.

COEFFICIENT	CARACTÈRE	ESPÈCES MINÉRALES
1	Fond facilement à la flamme d'une bougie.	Stibine Anglésite Bismuthine Cryolite
2	Fond en petites parcelles à la flamme d'une bougie.	Natrolite Gypse Chalcosine Borax Azurite
3	Fond facilement au chalumeau.	Almandine Anorthite Wolfram Anhydrite Grenat Augite Pyrite
4	Fond difficilement en gros fragments au chalumeau.	Actinote Trémolite Amphibole Diallage Oligoclase Tourmaline
5	Fond difficilement en petites parcelles au chalumeau.	Orthose Néphrite Biotite Blende Magnétite Schééelite
6	Traces de fusion au chalumeau.	Bronzite Calamine
7	Infusible.	Quartz Molybdénite Calcite Chromite Cassitérite

Échelle de dureté (Mohres).

COEFFICIENT	CARACTÈRE	ESPÈCES MINÉRALES
1	Rayé par l'ongle facilement.	Talc
2	Rayé par l'ongle.	Gypse, sel gemme
3	Rayé facilement par le verre.	Calcite
4	Rayé par le verre.	Fluorine cristallisée
5	Rayé par l'acier.	Apatite
6	Difficilement rayé par l'acier.	Orthose lamelleuse
7	Non rayé par l'acier; raie le verre.	Quartz
8	— — —	Topaze
9	— — —	Corindon, Saphir
10	— — —	Diamant

Minéraux qui décrépitent quand on les chauffe.

Anglésite; Aragonite; Barytine; Blende; Bournonite; Calamine siliceuse (Willemite); Cérusite; Chalcopryrite; Fluorine; Gypse; Malachite; Polybasite; Samarskite; Sel gemme; Sidérose; Wulfénite; Zinkénite.

Minéraux changeant de couleur sous l'action de la chaleur.

Azurite.....	de bleu	devient noir.
Amazonite.....	vert	gris.
Apatite.....	blanc	incolore.
Calcite.....	blanc	opaque.
Célestine.....	bleu	incolore.
Dioptase.....	vert	noir.
Émeraude.....	vert	opaque.
Erubescite.....	rouge	noir.
Grenat.....	noir	vert.
Fluorine.....	violet	incolore.
Hématite.....	rouge	brun foncé.
Limonite.....	brun	rouge.
Malachite.....	vert	noir.
Topaze.....	jaune	rose violet.
Turquoise.....	bleu	noir.
Zircon.....	rouge	incolore.

Classification des assises houillères

PHASES	ÉTAGES GÉOLOGIQUES	ZONES	TYPES PRINCIPAUX DE LA FLORE
V ^e	Partie supérieure de l'étage permien.		Conifères du genre Ullmania.
IV ^e	Partie inférieure de l'étage permien.	Zone supérieure.	Continuation de la flore houillère avec quelques types spéciaux : Calamites gigas.
		Zone inférieure.	
III ^e	Partie supérieure de l'étage houiller.	Zone supérieure.	Pecopteris. Cordaïtes. Calamodendron
		Zone moyenne.	
		Zone inférieure.	
II ^e	Partie inférieure de l'étage houiller.	Zone supérieure.	Sigillaria. Neuropteris. Annularia radiata. Lepidodendron obovatum. Sphenopteris irregularis.
		Zone moyenne.	
I ^e		Zone inférieure.	Bornia Radiata. Lepidodendron. Vellheimianum. Cardiopteris Sphenopteris.
		Zone supérieure.	
		Zone moyenne.	
		Zone inférieure.	

lères par les flores (de Lapparent).

RÉPARTITION DES PRINCIPAUX GISEMENTS CONNUS

Zechstein ; Couches à plantes fossiles de Recoaro et du Trentin ; Couches de Fünfkirchen en Hongrie.

Grès rouge moyen ; Schistes de Lodève ; Couches de Lebach (Sarrebriick).

Grès rouge inférieur (Rothliegender) ; Grès d'Objat (Corrèze) ; Partie stérile supérieure (300 à 400 m.) de Saint-Etienne ; Schistes d'Autun, de Charmais (Le Creusot) ; Bassin houiller de Bert ; Braunau (Bohème).

Faisceau supérieur de Saint-Etienne ; Saint-Bérain ; Decazeville ; Commentry ; Abrun.

Faisceau moyen de Saint-Etienne ; Champagnac ; Argentat ; Cublac ; Base de Decazeville.

Faisceau inférieur de Saint-Etienne (système de Rive-de-Gier, Ternay et Communay) ; Bessèges ; La Grand-Combe ; Graissessac ; Carmaux ; La Mure ; Petit-Cœur ; Anthracite du Briançonnais.

Lens et Dourges ; Upper Coal-Measures d'Angleterre ; Geislautern-Essen ; Ibbenbühren ; Upper Coal-Measures des Etats-Unis.

Partie principale des bassins du Nord et du Pas-de-Calais, du Hainaut.

Lower et Middle Coal Measures ; Eschweiler ; Bochum ; Cladno ; Dombrowa ; bassin du Donetz et des Asturies ; Partie principale du bassin de la Sarre.

Base des couches du Nord et du Pas-de-Calais ; Millstone-Gritt ; Dortmund ; Belmez ; Lower Coal Measures des Etats-Unis.

Bassin de la Basse-Loire (Chalonnnes) et de Sarthe et Mayenne (Sablé, l'Huisserie), Saint-Laurs en Vendée ; Waldenburg (Silésie) ; Kharkoff (Russie).

Grauwacke de Thann et de Rougemont ; Grès à anthracite du Roannais et du Beaujolais ; Culm de Westphalie ; du Nassau ; de Hesse ; du Hartz ; de la Silésie ; Saxe (Ebersdorf) ; Moravie (Altendorf). Couches de Burdie House et de Burnt-Islande (Ecosse).

II. — LES MACHINES DE MINES

1° STATION CENTRALE ÉLECTRIQUE

La mine moderne. — Ce qui différencie complètement la mine actuelle des mines anciennes, c'est l'adaptation de l'énergie électrique à tous les services et à tous les organes de l'exploitation.

Le fait dominant, la préoccupation essentielle est de doter la mine d'un ou de plusieurs *groupes électrogènes* convenablement situés, agencés et accouplés dans un corps de bâtiment désigné sous le nom de *station centrale électrique* et qui envoie du courant électrique partout où il y a quelque chose à faire.

La mine moderne comporte donc les organes essentiels suivants :

A. Une centrale électrique où l'on rencontre :

1° Un groupe moteur ;

2° Un groupe générateur de courant électrique et *envoyeur* de courant ;

B. 3° Un réseau de canalisations pour *transport à distance et distribution* du courant électrique en des points déterminés de la mine ;

4° Un certain nombre de moteurs recevant du courant (*électromoteurs*) actionnant des appareils variés ;

5° Des appareils d'éclairage, de chauffage, d'inflammation, etc., utilisant directement le courant électrique ;

6° Des postes de *transformateurs* convenablement placés, capables de modifier le courant de façon à l'approprier à l'instrument qu'il doit desservir.

Une bonne mesure est d'installer un *compteur* à tous les postes, afin de connaître la dépense et la consommation de courant dans chacun d'eux et des *interrupteurs automatiques* à maxima susceptibles de protéger les appareils, envoyeurs ou receveurs de courant, contre les répercussions de surcharges ou d'efforts insolites accidentels.

On assure d'ailleurs l'uniformité d'allure du système par l'emploi de *régulateurs automatiques* et de *volants*.

L'emplacement de la station centrale dépend des convenances locales et principalement du genre de force motrice initiale dont on dispose ou que l'on choisit.

Les progrès remarquables de la mécanique, les modifications profondes des conditions économiques industrielles ont conduit à ac-

croître le tonnage extrait et à réclamer de plus en plus aux engins mécaniques un excès de rendement que la pénurie de la main-d'œuvre ou l'élévation incessante des salaires ne permettait pas d'atteindre sans leur secours.

Tous les services d'une mine ont été rénovés par l'adaptation d'engins mécaniques à leur fonctionnement

Depuis la machine à écrire et la machine à parler (téléphone) et la machine à compter qui ont si profondément modifié les services administratifs jusqu'à ces puissantes stations centrales d'électricité qui répandent et distribuent de l'énergie à volonté, partout et à tout instant, il n'est pas une manipulation qui — contrairement à ce que ce mot veut dire — ne s'opère désormais dans une mine, sans presque le secours des mains.

En présence de cette transformation radicale qui met, à présent, tous les services d'une mine à la merci de la circulation de l'énergie qui passe et qui s'offre sous une forme appropriée aux besoins de ce service, nous présenterons les questions intéressant la mine dans un ordre nouveau et nous les rangerons sous six titres distincts. C'est ainsi que nous traiterons successivement :

- I. La machinerie des mines ;
- II. L'outillage des mines ;
- III. L'aménagement des mines ;
- IV. Le façonnage du produit brut pour produit marchand (préparation mécanique) ;
- V. L'administration des mines ;
- VI. La législation des mines.

Qu'on veuille bien remarquer que notre innovation, dans l'exposé des questions touchant à l'exploitation des mines, cadre avec l'organisation adoptée dans les sociétés minières, qui adjoignent à l'ingénieur-directeur, chargé de l'administration, des ingénieurs chefs de services qui ont, chacun dans leurs attributions respectives, un des titres que nous prenons pour division de cet agenda ; en sorte que chacun trouvera rassemblés, dans un ou plusieurs chapitres, ce qu'il lui importe le plus particulièrement de se rappeler à un moment donné.

Nous n'oublions pas, en effet, que ce que nous présentons ici par cet agenda est un répertoire *abrégé*, mais *complet*, des données, théoriques et pratiques, nécessaires au mineur ; répertoire qui doit le dispenser de compulsuer des ouvrages didactiques volumineux pour puiser le chiffre, la formule ou le renseignement que le hasard des circonstances le met dans la nécessité de se procurer *illico*.

Station centrale. — Le genre de moteur d'une station centrale pour mine varie, mais il est généralement dicté par la nature de la substance exploitée et les conditions géographiques de la mine.

Les mines métalliques, situées le plus souvent en pays de montagne, s'adressent ainsi, presque exclusivement, aux *chutes d'eau* ; les

mines de houille utilisent les combustibles médiocres et invendables, ne pouvant supporter les frais de transport jusqu'au point de leur consommation possible, ou, encore, les produits volatils inutilisables des fours à coke. Dans ces deux cas, on a recours aux *moteurs à gaz pauvre* tout comme dans le cas de certaines mines métalliques situées dans des contrées désertiques où l'on peut récolter des brindilles de végétaux et des herbes qui alimentent des gazogènes du type Riché par exemple.

Nous pouvons classer les stations centrales d'après l'élément moteur :

A) Vapeur d'eau :

1° Provenant de *chaudières* chauffées :

a) Par combustible :

a₁) Par charbon pulvérisé ;

b) Par chaleurs perdues de fours à coke ou de fours métallurgiques ;

et actionnant :

c) Des machines à cylindres ;

d) Des turbines à vapeur.

2° Provenant d'économiseur et de condenseur de vapeurs d'échappement alimentant :

e) Des turbines à basse pression.

B) Gaz :

1° Provenant de gazogènes distillant :

a) Des matières minérales : schistes bitumineux, lignites, charbons médiocres, etc. ;

b) Des matières végétales ;

2° Provenant de fours divers : gaz perdus de fours à coke, de hauts fourneaux, de fours de calcination.

C) Chutes d'eau : roues hydrauliques, turbines.

Dans certaines mines, on a utilisé des eaux circulant dans les travaux souterrains (Hartz, turbine souterraine du puits de l'Ondaine à Saint-Étienne).

L'agencement d'un générateur électrique (dynamo) et de la machine motrice qui l'entraîne ; l'accouplement de ces deux organes constitue un ensemble appelé : *groupe électrogène*. Généralement les deux appareils sont unis, sans intermédiaires (courroies ou engrenages), à l'aide de *joints* particuliers (Raffard, etc.).

Les stations centrales de grandes puissances, de 10 à 15.000 HP, par exemple, sont actionnées, de préférence, avec des turbines à vapeur dont on distingue trois types : *axiales*, *centrifuges* ou *centripètes*, selon que le fluide s'y meut parallèlement ou perpendiculairement à l'axe.

On rencontre des turbines :

A réaction partielle (genre Parsons) ;

A disque simple (genre Laval) ;

A chute de vitesse (genre Kolb) ;

A chute de pression (genre Rateau) ;

A chute de vitesse et de pression (genre Curtis).

On installe des chaudières *multitubulaires* à grands volumes d'eau et de vapeur : elles permettent de constituer de puissantes unités à haute pression à cause de leur surface de chauffe directe et de leur peu d'encombrement.

Utilisation des chutes d'eau. — Pour étudier l'installation d'une roue ou d'une turbine, il faut connaître :

- 1° Le débit moyen par seconde ;
- 2° La différence de niveau de l'eau dans le canal d'*amenée* et dans le canal de *fuite* ;
- 3° La force en chevaux exigée.

Le travail que peut fournir une turbine (rendement 70 0/0) est donné par la formule :

$$T = \frac{0,70 QH}{75}$$

Q, débit en litres par seconde,

H, différence de niveau (hauteur de chute) en mètres.

Si on désigne par :

A, la section mouillée du canal d'*amenée* ;

e, la largeur du canal ;

h, la profondeur d'eau ;

V, la vitesse maximum de l'eau, mesurée directement ;

on aura :

$$\text{Vitesse moyenne : } v = 0,84 V,$$

$$Q = Av,$$

$$A = he.$$

Le nombre de tours *n* d'une turbine de diamètre D et de vitesse ω sera :

$$n = \frac{60\omega}{D}$$

Étude sommaire des barrages de retenue d'eau. — De tels barrages accompagnent généralement les usines électriques desservant une mine métallique en pays accidenté.

La figure 1 montre clairement l'agencement d'une centrale-barrage, et l'on y reconnaît tous les éléments constitutifs essentiels.

La plupart des ruisseaux des pays miniers, alimentés par un bassin hydrologique dénudé et accidenté, ont un régime torrentiel très variable.

Pour les aménager, on doit, ou créer un réservoir, ou augmenter la hauteur de chute, ou enfin installer des machines à vapeur de secours.

Lorsque le niveau de la retenue est fixe, le barrage sert à créer une chute d'eau ou tout au moins à l'amorcer, en dérivant, dans un canal d'*amenée*, tout ou partie de l'eau du ruisseau.

A cet effet, on construit un barrage de faible retenue, submersible pendant les hautes eaux, et simplement destiné à dévier la direction de l'eau afin de diriger celle-ci vers les orifices de prise d'eau. Au moment des basses eaux, tout le débit du ruisseau passe dans le canal de dérivation. Nous citerons, comme exemple, l'installation de la centrale électrique, que nous avons, nous-même, construite pour les mines de Sagne, avec réservoir de régularisation de débit.

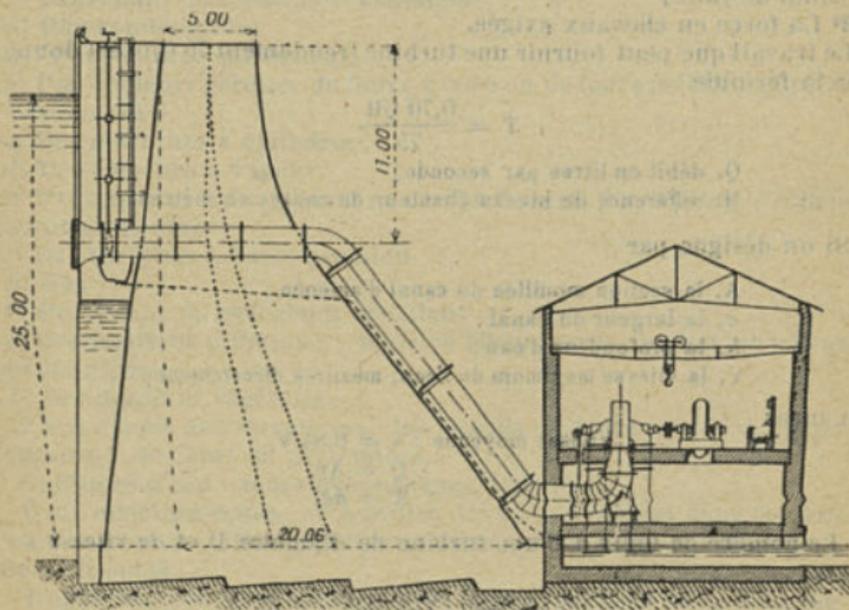


FIG. 1.

On sait que, lorsque la hauteur de l'eau est inférieure ou au plus égale à la hauteur du mur, la valeur de la poussée F , exprimée en tonnes par mètre carré de surface du mur, est :

$$F = 0,5 y^2,$$

y , hauteur de l'eau exprimée en mètres.

Le point d'application de cette poussée est au tiers de la hauteur d'eau, comptée à partir de la base.

Lorsque la hauteur d'eau est supérieure à celle du mur, la poussée F , c'est-à-dire l'effort horizontal par mètre courant dû à l'action

de l'eau agissant sur le mur de hauteur H , a pour valeur :

$$F = \frac{H^2}{2} + Hh,$$

h , hauteur de l'eau qui déverse au-dessus de la crête du barrage.

Le point d'application de cette force est à une distance Z au-dessus du fond, telle que :

$$Z = \frac{H}{3} \cdot \frac{H + 3h}{H + 2h}.$$

Si on fait $h = 0$, on vérifie ce que nous avons exprimé, pour le cas de l'eau affleurant à la crête, à savoir :

$$F = \frac{H^2}{2} \text{ et } Z = \frac{H}{3}.$$

Il faut connaître les conditions que doit réaliser un mur pour pouvoir résister à la poussée de l'eau qui agit sur l'un de ses côtés.

La force horizontale F doit être annihilée par la cohésion des maçonneries et par le frottement exercé sur la section horizontale, par la pesée de la partie située au-dessus de cette section.

Pour augmenter les conditions de sécurité, on ne tient jamais compte de la cohésion, et l'on suppose que le frottement s'appose seul à la poussée de l'eau. De sorte que l'on doit avoir :

$$(N + \pi) f \geq F.$$

N , poids de la partie du mur au-dessus du plan considéré ou joint ;

π , poids de l'eau ;

f , coefficient de frottement.

Donc, pour que la partie supérieure du mur ne puisse glisser le long d'un joint horizontal, il faut que l'on ait :

$$N + \pi \geq \frac{F}{f}.$$

L'épaisseur E du mur, à la cote y du joint, est donnée par l'expression :

$$E = \frac{y}{f(K + 1)}.$$

K , densité de la maçonnerie.

Exemple de station barrage-dynamo. — *Charbonnage de La Mure (Isère)*. — On utilise l'eau du Drac pour obtenir 10.000 HP par le moyen de turbines et de dynamos de 1.750 HP distribuant du courant triphasé de 50 périodes et 15.000 volts abaissé à 500 pour tous les services de surface (treuils, traction, perforation, éclairage, ventilation, triage, etc.) et à 185 volts pour les services souterrains.

Pour ces derniers services, le courant est ramené à la tension de

185 volts au moyen de deux transformateurs secondaires renfermés dans des cuves en fonte parfaitement étanches, dont le rendement varie, selon les charges, de 91 à 96 0/0.

Des treuils (Ganz-Creusot, 185 volts, 965 tours, 16 HP) desservent les plans inclinés et des locomotives (5 tonnes, 185 volts, électromoteur vertical du type Ganz de 25 HP) servent au trainage.

2° TRANSMISSION ET DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

Énergie électrique. — La transmission peut se faire de différentes manières et chaque manière permet d'obtenir un rendement spécial.

Pour déterminer les conditions les plus avantageuses d'une transmission, on doit envisager : 1° le rendement, et 2° la dépense de premier établissement.

Il est facile de trouver une expression simple du rendement dans les divers modes généralement adoptés :

I , intensité dans la ligne ;

E et e , voltage à l'origine et à l'extrémité de la transmission.

La puissance *envoyée* est EI ; la puissance *reçue* est eI ; le rendement est $\frac{e}{E}$:

ρ , résistance spécifique ;

L , longueur de la transmission ;

S , section des fils.

Puisque la loi de Ohm donne la relation

$$E - e = \frac{2\rho L}{S} \cdot I,$$

le rendement sera :

$$1) \quad \frac{e}{E} = 1 - \frac{2\rho L}{S} \cdot \frac{I}{E}$$

MODES DE TRANSMISSION	RENDEMENT	Poids de cuivre nécessaire à la construction de la ligne.
(A) Bifilaire et courant continu	$1 - \frac{2\rho L}{S} \cdot \frac{P}{E^2}$	$2\delta SL + \delta \frac{S}{2} L$
(B) Bifilaire et courant alternatif simple	$1 - \frac{2\rho L}{S} \cdot \frac{2P}{L^2 m} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi}$	$2\delta SL$
(C) à quatre fils et courant alternatif diphasé à enroulements indépendants	$1 - \frac{\rho L}{S} \cdot \frac{2P}{L^2 m} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi}$	
(D) à trois fils et courant alternatif diphasé	$1 - \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \frac{\rho L}{S} \cdot \frac{2P^2}{E_m^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi}$	$2\delta SL + \delta S \sqrt{2} L$
(E) Courant triphasé	$1 - \frac{\rho L}{S} \cdot \frac{2P}{E_m^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi}$	$3\delta SL$

P, puissance livrée à l'origine.

Dans le cas des courants alternatifs et si la ligne ne présente ni self-induction, ni capacité appréciables (cas habituel), la loi d'Ohm est encore exprimée par la formule (1), mais les quantités E, e et I n'y sont plus des constantes ; elles varient conformément aux expressions :

$$\begin{aligned} E &= E_m \sin \omega t, \\ I &= I_m \sin (\omega t - \psi), \\ e &= e_m \sin (\omega t - \psi). \end{aligned}$$

La puissance P et la longueur L étant fixées une fois pour toutes, le rendement de la ligne dans le mode (A) est d'autant plus élevé que le voltage initial est lui-même plus élevé et que la résistance du mètre courant de la ligne est plus faible.

Le mode (C) est exactement comme si l'on juxtaposait deux lignes à courants alternatifs simples (B) transmettant chacune la moitié de la puissance totale.

Si on donne aux deux circuits du mode (C) un fil de retour commun, on obtient le mode (D) à trois fils.

On diminue la résistance d'une ligne par l'emploi d'un métal bon conducteur et par l'accroissement de sa section.

Si on admet pour le cuivre et le fer galvanisé des cours respectifs de 1.600 et 400 francs la tonne, le prix de revient du mho-kilomètre sera le produit, en francs, du prix de la tonne de métal multiplié par sa densité et par sa résistance spécifique. Le mho est l'unité convenue de con-

distance; c'est l'inverse de l'ohm. La valeur du mho-kilomètre sera donc :

Pour le cuivre.....	$1.600 \times 8,9 \times 1,68 = 23.923$ francs,
Pour le fer galvanisé.....	$400 \times 7,8 \times 9,74 = 30.388$ —

On adopte souvent le bronze pour les transmissions aériennes, le bronze ayant une résistance électrique voisine de celle du cuivre avec une résistance à la rupture 2 ou 3 fois supérieure, ce qui permet de distancer davantage les pylônes.

La section se calcule d'après la règle de lord Kelvin :

$$S = I \sqrt{\frac{p' T \varrho}{p \delta a}}$$

- δ , poids spécifique du métal des fils ;
- a , taux d'intérêt et d'amortissement ;
- p , prix de l'unité de poids du cuivre ;
- p' , prix de revient du watt-heure reçu à l'extrémité de la ligne ;
- T , nombre d'heures de fonctionnement par an ;
- ϱ , résistance spécifique du métal des fils.

Il ne faut pas dépasser dans les fils une certaine densité de courant par crainte d'un échauffement excessif insuffisamment contrebalancé par l'intensité du refroidissement par rayonnement.

D'après M. Kennely, on admet que la densité limite Δ qu'il ne faut pas dépasser a pour expressions :

$$\Delta = \frac{I(\theta)}{3\sqrt{I}} = \frac{I}{S}$$

d'où on peut déterminer la section :

$$S = \frac{I}{f(\theta)} \frac{1}{13}$$

- θ , température maxima admise en degrés centigrades ;
- I , intensité en ampères ;
- Δ , en ampères par millimètre carré.

Les valeurs de $f(\theta)$ et de $\frac{1}{f(\theta)}$, pour une ligne aérienne à fil de cuivre nu, sont données par le tableau suivant :

θ	$f(\theta)_r$	$\frac{1}{f(\theta)}$
15	10	0,1
35	11,7	0,085
45	20	0,05

Toutes ces formules sont applicables aux courants alternatifs en substituant à I l'intensité I_{eff} .

Le tableau suivant indique, pour diverses valeurs de I , les limites de S et de Δ calculées d'après les formules précédentes, pour une conduite aérienne à fil nu, en admettant une température θ de 35° C.

I en ampères	S en mm.	Δ en ampères par mm ²	I en ampères	S en mm.	Δ en ampères par mm ²
10	1,8	5,4	100	39,3	2,5
20	4,6	4,3	200	99,4	2,0
30	7,9	3,8	300	170,7	1,8
40	11,6	3,4	400	250,5	1,6
50	15,6	3,2	500	337,3	1,5

Soit une variation de densité de 2 à 4 ampères par millimètre carré pour les intensités habituellement transmises.

Le tableau suivant indique les diverses solutions et le rendement de chacune d'elles susceptible d'amener à 2 kilomètres de distance une puissance de 100 kilowatts (136 HP), mesurée aux bornes de la dynamo envoyeuse, fournie pendant 2.000 heures par an et à pleine charge.

Il suppose la ligne construite en fils de bronze (résistivité de 2 microhms-centimètres) du prix de 3 francs le kilogramme et d'un poids spécifique égal à 9.

On peut conclure de cet exemple, qui répond aux conditions moyennes des transmissions minières, que la transmission de l'énergie au moyen de l'électricité a un rendement très élevé (0,95 et parfois 0,98 pour les distances modérées habituelles) et que l'emploi des courants triphasés survoltés pour la transmission permet d'obtenir le rendement maximum et le minimum de frais de premier établissement de la ligne.

DÉSIGNATION	NATURE DU COURANT					
	continu			alternatif		
	une seule dynamo	deux dynamos en série	mono-phasé	enroulements indépendants	diphasé enroulements avec fil de retour commun	triphasé avec montage en triangle ou en étoile sans fil d'équilibre
Nombre de fils de ligne des fils extrêmes	2	3	2	4	3	4
Section du ou des fils intermédiaires	50 mm ²	25	26,6	13,3	18,85	15,4
Voltage efficace initial entre 2 fils extrêmes	"	12,5	"	13,3	26,6	7,7
1 ^{er} dans les fils extrêmes	2.000 v.	4.000	5.000	5.000	5.000	5.000
le ou les fils intermédiaires	50 a.	25	26,6	13,3	18,85	15,4
Voltage efficace restant disponible entre 2 fils extrêmes au bout de la ligne	"	0	"	13,3	26,6	0
Décalage introduit par la résistance de la ligne	1.920 v.	3.920	4.940,3	4.940,3	4.940,3	4.940,3
Perte absolue de puissance	"	"	0°41'17	0°41'17	0°41'17	0°41'17
Rendement de la ligne / en voltage	4 kw.	2	2,1	2,1	2,6	1,8
Poids du bronze employé	80 v.	.80	59,7	59,7	59,7	59,7
Prix du bronze employé	0,96	0,98	0,979	0,979	0,974	0,982
	0,96	0,98	0,988	0,988	0,988	0,988
	1.800 kg.	1.125	947	947	1.146	.822
	5.400 fr.	3.375	2.841	2.841	3.438	2.466

Détails de construction d'une transmission. — Dans toute mine on distingue, partant de la station centrale, une ou plusieurs lignes aériennes de haut voltage sur laquelle sont branchées les lignes desservant les travaux souterrains de chaque siège de voltage considérablement réduit à l'aide de transformateurs placés aussi près que possible des appareils récepteurs, afin d'écourter le plus possible ces lignes à faible potentiel dont le rendement est moins satisfaisant.

Ligne aérienne. — Pour une ligne aérienne établie sur pylônes et s'appuyant sur des isolateurs, l'effort de traction maximum s'exerce près du point d'attache du fil à l'isolateur ; on l'exprime par la formule :

$$t = \frac{l^2}{8f} \sqrt{P^2 + (60 pd)^2}.$$

f , tension du fil en kilogrammes ;

t , portée en mètres ;

d , poids du fil par mètre courant ;

p , pression du vent en kilogrammes par centimètre carré d'une surface plane

P , diamètre du fil en centimètres

l , la flèche.

Ligne souterraine. — L'emploi des fils nus doit être proscrit. On les protège, dans certains endroits, contre l'usure occasionnée par des frottements ou des chocs et par l'attaque d'eaux acides, en les entourant de tubes en fer ou mieux en plomb de 30 à 35 millimètres. La capacité qu'ils possèdent peut donner lieu, en se combinant à la self-induction du circuit, à un phénomène de résonance (effet Ferranti), qui se traduit par une surélévation du potentiel, et cela d'autant que la fréquence est plus grande, et provoquer un réel danger dans le cas où l'on se sert de voltages assez élevés. Cet inconvénient s'accroît par l'emploi des câbles concentriques (conducteurs aller et retour coaxiaux et isolés).

Cependant, les câbles concentriques, armés ou non, sont à recommander pour l'envoi des courants alternatifs (en raison de l'effet Kelvin) ; ils diminuent le danger des contacts accidentels ; en cas de coupure, si on place au jour un interrupteur de sûreté (fil fusible, coupe-circuit électro-magnétique, etc.), on évite la production d'une étincelle de rupture (avantage pour mines à grisou). En revanche, leur écrasement et leur aplatissement, par la chute d'un bloc, peut provoquer un court-circuit. De plus ils sont coûteux.

Le travail utile final, mesuré sur l'arbre du récepteur, est égal au travail mécanique de l'envoyeur diminué des pertes qui résultent de la chute de potentiel sur le réseau de transmission et du travail nécessaire pour faire marcher à vide l'envoyeur et le récepteur ; il peut être évalué à 75-0/0.

La puissance, en watts, d'un récepteur est :

$$EI = 736 \frac{\pi}{a}$$

E , force motrice aux bornes du récepteur mesurée au voltmètre ;

I , intensité ;

n , nombre de chevaux effectifs mesurés au frein sur le récepteur ;

a , rendement mécanique de la dynamo réceptrice, c'est-à-dire rapport entre le travail mécanique qu'elle produit et l'énergie électrique qu'elle reçoit :

$$\text{HP électrique} = 736 \text{ watts.}$$

On a, pour la perte de potentiel sur une ligne dont la résistance est R :

$$u = RI$$

et

$$R = \frac{lm}{S}$$

m , résistance d'un fil de cuivre de 1 millimètre carré de section et de 1 mètre de longueur ; on prend généralement $m = 0,0206$;

$$S = \frac{20l}{R}$$

S , section en millimètres carrés du conducteur de cuivre ;

l , longueur de conducteur entre le moteur envoyeur et le moteur récepteur ; si d est la distance de l'un à l'autre, on a $l = 2d$ et par suite :

$$R = \frac{2md}{S} \text{ et } S = \frac{40d}{R}$$

Application au transport de 200 HP à 10 kilomètres de distance (P. JANET, Leçons d'électrotechnique générale) :

Puissance transmise, 75 0/0.....	140 HP.
Rendement des machines.....	90 0/0,
Tension au départ.....	4.000 volts.
Résistance R de la ligne.....	16,4 ohms.
Intensité I du courant.....	33,1 ampères.
Puissance sur l'arbre de l'envoyeur $200 \times 766 =$	147.200 watts.
Puissance aux bornes de l'envoyeur $147.200 \times 0,90 =$	132.480 —
Puissance aux bornes du récepteur $\frac{103.040}{0,9} =$	114.500 —
Puissance perdue par la ligne $132.480 - 114.500 =$	17.980 —
Distance entre l'envoyeur et le récepteur.....	10 km.
Section à donner au fil de cuivre $S = \frac{400}{R} =$	24,4 mm ² .
Poids de cuivre de la ligne $P = \frac{0,7d^2}{R} =$	4.170 kg.

Coût probable (N.-B. Prix d'avant-guerre) :

Prix de la ligne (cuivre à 2.000 francs).....	8.200 fr.
200 poteaux et isolateurs à 22 francs.....	5.000 —
Prix de l'appareil envoyeur à 200 francs le kilowatt.....	14.720 —
Prix de l'appareil récepteur à 200 francs le kilowatt.....	11.450 —
	<hr/>
	39.370 fr.

La dépense, par cheval utile transporté, ressort à 280 francs.

A ces dépenses, il faut ajouter le prix des machines motrices de la station centrale.

La transmission d'énergie se fait par courant alternatif avec fréquences de 25 à 50.

Avec celles de 25, on peut réduire la vitesse des moteurs en favorisant le démarrage et la mise des alternateurs en parallèle.

Les plus hautes fréquences s'adaptent aux moteurs devant tourner très vite et qui sont généralement plus légers et, par conséquent, moins coûteux.

On ne dépasse guère les tensions de 25.000 volts pour les transmissions souterraines et 75.000 pour les lignes sur pylônes.

On abaisse la tension avec des *transformateurs statiques*.

On peut alimenter des moteurs d'au moins 40 HP avec une tension de 2.000 volts et de 5 HP au minimum avec celle de 1.000 volts.

L'éclairage demande une tension de 110 volts.

Les alternateurs sont à inducteur tournant et induit fixe avec excitatrices absorbant 3 0/0 environ.

Le rendement des alternateurs varie avec leur puissance. Il est de :

91 0/0 pour une puissance de.....	250 kilowatts
92 —	500 —
93 —	1.000 —
97 —	2.000 —

Conducteurs. — Le poids du cuivre des transmissions varie avec la nature du courant ; on compte :

100 de cuivre, avec le courant continu à 2 fils ;	
200 — alternatif monophasé ;	
200 — biphasé à 4 fils ;	
300 — biphasé à 3 fils ;	
150 — triphasé.	

Pour les lignes aériennes, le diamètre du fil de cuivre est compris entre 3 et 8 millimètres.

On emploie des poteaux de 6 mètres, distants de 40 à 50 mètres.

Pour de petites transmissions de force, on peut utiliser le bronze phosphoreux ou siliceux, de 3 millimètres de diamètre, sur des poteaux distants de 60 à 80 mètres.

L'aluminium devient avantageux quand il coûte à peu près autant que le cuivre, car le rapport des poids respectifs P et P' de deux conducteurs de même longueur et de même résistance électrique est tel que :

$$\frac{P}{P'} = \frac{rd}{r'd'}$$

r , résistance spécifique du cuivre	=	0,0166
r' , — de l'aluminium	=	0,0295
d , poids spécifique du cuivre	=	8,95
d' , — de l'aluminium étiré	=	2,70

Ces valeurs portées dans la formule établissent que le poids de cuivre doit être à peu près le double du poids de l'aluminium.

A prix égal (£ 60 par exemple), l'emploi de l'aluminium amènerait une économie de 46 0/0.

Les *isolateurs* sont :

à simple cloche jusqu'à	200	volts
à double cloche —	3.000	—
à triple cloche —	10.000	—

Les conducteurs souterrains sont posés dans des tranchées de 0^m,70 de profondeur.

Les fils ou câbles sont isolés dans du papier, de la cellulose ou du caoutchouc et enveloppés dans une gaine de plomb que l'on recouvre de fer feuillardé roulé en hélice.

Le minimum d'isolement doit être au moins de 1.000 fois le voltage. Ainsi, pour un courant de 1.500 volts, il faut un minimum d'isolement $1.000 \times 1.500 = 1.500.000$ ohms.

A consulter :

Décrets des 22 novembre 1904 et 14 juillet 1907 (réglementent les installations des machines et des canalisations) :

Loi du 15 juillet 1906 (réglemente les distributions d'énergie électrique).

Machines recevant le courant. — Les électromoteurs employés dans les mines sont des types à présent bien étudiés et bien définis ; il n'en existe qu'un certain nombre de vraiment pratiques et appropriés respectivement aux treuils d'extraction ou de plans inclinés, aux pompes, aux ventilateurs, aux appareils de traction, aux locomotives, aux perforatrices, aux haveuses.

Chaque moteur doit être protégé et avoir près de lui les instruments nécessaires de mesure, un interrupteur et un rhéostat adapté à l'appareil de mise en marche.

Ces moteurs utilisateurs du courant transmis par la centrale peuvent être :

Des dynamos à courants continus ;

Des alternateurs synchrones ou asynchrones, à courant simple ou polyphasé.

Pour les électromoteurs des travaux souterrains, on adopte l'excitation en série, qui permet un démarrage plus simple.

On évite l'emballement du moteur dans le cas d'une diminution insolite de la charge par l'emploi d'un rhéostat.

L'excitation indépendante ou en dérivation, ou compound, ne convient que lorsqu'on veut assurer la constance de la vitesse quelle que soit la charge, préoccupation peu fréquente quand il s'agit d'assurer le fonctionnement des appareils d'extraction, de ventilation ou d'exhaure.

La puissance développée par une dynamo-série étant $(EI - RI^2)$ sera maxima pour $I = \frac{E}{2R}$ correspondant alors à un rendement égal

à $\frac{2}{4}$. Le rendement part de zéro quand la machine est calée pour se rapprocher de l'unité à mesure que la charge diminue et, comme nous venons de le voir, maximum égal à $\frac{1}{2}$, le rendement théorique étant :

$$\frac{EI - RI^2}{EI} = 1 - \frac{RI}{E}$$

Tous les moteurs synchrones exigent un appareil spécial de démarrage, car ils ne produisent de moment moteur qu'une fois en marche à vide et qu'au moyen d'un procédé quelconque qui leur procure une vitesse correspondant au synchronisme de leur force contre-électromotrice et de la force électromotrice alternative de la ligne.

Leur rendement, très satisfaisant quand ils fonctionnent sous leur charge prévue, atteint 0,75 et parfois 0,90.

Les moteurs asynchrones polyphasés peuvent seuls démarrer automatiquement à pleine charge. On peut même, en introduisant des résistances auxiliaires sur l'induit au moyen d'un rhéostat, réaliser un couple de démarrage supérieur au couple de pleine charge.

Les moteurs asynchrones, à courant alternatif simple, ont besoin pour démarrer d'un dispositif spécial qui les fait fonctionner momentanément comme des moteurs synchrones polyphasés, d'où il suit que la mise en marche n'a pas l'instantanéité de celle des moteurs asynchrones polyphasés ; aussi sont-ils moins employés.

De plus, les moteurs asynchrones pouvant être construits avec inducteur fixe et induit en cage d'écureuil et par conséquent sans balai, ils sont plus indiqués pour les mines à grisou par suite de l'absence d'étincelles,

Dangers des transmissions électriques. — Ils sont de deux

sortes : accidents provoqués par contact des conducteurs et risques d'incendie ou d'explosion.

En laissant à part les brûlures produites par le contact avec un conducteur à haute tension, la mort occasionnée par l'attouchement d'un fil électrique résulte de deux phénomènes physiologiques : l'inhibition des centres nerveux et la paralysie du cœur.

Le premier phénomène, qui provoque l'arrêt de la respiration, peut pourtant n'être que passager, et la respiration peut se rétablir naturellement ou artificiellement.

Distributions autres que par l'électricité. — Les agents de distribution de l'énergie à distance autres que l'électricité sont :

- 1° L'eau ;
- 2° La vapeur ;
- 3° L'air comprimé ;
- 4° Les câbles sans fin.

TRANSMISSION PAR AIR COMPRIMÉ. — Ce procédé comprend, comme éléments essentiels, à la surface, un compresseur d'air relié par un tuyautage de diamètre suffisant aux points d'utilisation dans des outils ou machines appropriés.

Le grand écueil de distributions d'énergie par l'air comprimé réside dans le faible rendement mécanique de l'ensemble tenant au principe même de la compression, produisant un dégagement intense

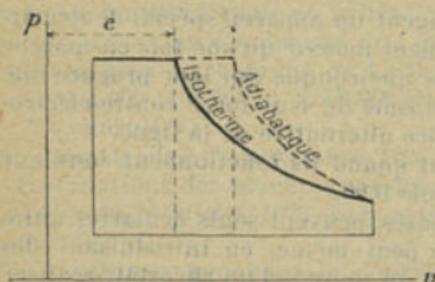


FIG. 2. — Compression non étagée.

de chaleur qui fait suivre au volume comprimé la courbe adiabatique au lieu de la ligne isotherme, l'air représentant le travail effectif développé, on se rend aisément compte du déchet (fig. 2). En fait, le rendement volumétrique d'un compresseur est le rapport existant entre le volume réel d'air qu'il débite par cylindrée, ramené à la pression atmosphérique, et le volume du cylindre.

Réservoirs. — Il est utile de brancher sur la conduite principale un ou plusieurs réservoirs qui servent de volant. Il est avantageux de les placer aussi près que possible des appareils utilisant l'air comprimé.

Diamètre des tuyaux. — Les pertes de charge dans les tuyaux se calculent par la formule :

$$p = kv^2 \frac{lx}{s}$$

en désignant par :

- p , la perte de charge ;
- k , un coefficient variant avec la nature des parois du tuyau ;
- v , la vitesse en mètres ;
- l , la longueur de la conduite ;
- α , son périmètre ;
- s , la section.

On peut aussi calculer cette perte par les abaques donnés dans un mémoire de M. Ch. Ledoux.

En général, pour une installation desservant 6 perforatrices ou 4 de ces appareils et un treuil ou une pompe, on prendra un diamètre intérieur à la surface, compris entre 12 et 15 centimètres. Dans le puits on pourra réduire la colonne à 10 centimètres ; les distributions qui s'y rattachent seront en tuyaux de fer ; les gros diamètres peuvent être en fonte. Il faut avoir soin de ménager des joints flexibles ou extensibles pour permettre la libre dilatation.

L'air comprimé utilisé pour la marche des treuils intérieurs peut être employé, soit à pleine admission, soit avec détente simple ou étagée. Il faut, en tout cas, prévoir des dispositifs pour réchauffer l'air, surtout quand il est humide, pour éviter la formation de dépôts de neige dans les canaux.

Le rendement des transmissions par air comprimé, y compris les fuites, ne dépasse guère 20 0/0 de la force employée, mais ce procédé présente des avantages tels qu'il est toujours employé, souvent même de préférence, à la transmission électrique.

La perte de charge peut pratiquement se calculer, dans les mines, d'après la formule suivante :

$$Z = 0,0011 \times \delta \times \frac{V^3 L}{D}$$

- Z , perte de charge en kilogrammes par mètre carré ;
- δ , poids du mètre cube de fluide comprimé (pour l'air 6^{kg},5) ;
- V , vitesse en mètres par seconde ;
- L , longueur en mètres de la conduite ;
- D , diamètre — — — — —

Cette formule donne des résultats un peu plus forts que celle de Navier et inférieurs à ceux adoptés pour la canalisation Popp à Paris. Il est vrai que cette dernière a à tenir compte de pertes de charge dues à la multiplicité des branchements, des robinets, etc. Pour $L = 1.600$ mètres, $D = 1^m,10$, $V = 4^m,20$, on trouve $Z = 4$ 0/0 de perte de la pression initiale de 5 kilogrammes. Il est d'ailleurs économique de calculer ce genre de conduite plutôt largement.

TRANSMISSION PAR LA VAPEUR. — Très employée encore, à cause de

la simplicité de l'installation, la transmission par tuyaux de vapeur offre, à tous les points de vue, des inconvénients graves.

Lorsque la chaudière est à la surface et les machines ou pompes dans le fond, la conduite, même isolée, donne beaucoup de chaleur qui pourrit les boisages, vicie l'atmosphère, etc. En outre, une condensation abondante réduit considérablement l'effet utile.

Si on met la ou les chaudières à l'intérieur d'autres inconvénients graves surgissent aussi: il faut réserver une sortie à part, murailonnée, pour les fumées et la bien entretenir; le service du combustible complique les manœuvres dans le puits. L'eau de la mine ne vaut généralement rien pour l'alimentation, il faut une canalisation d'eau pure venant du jour, etc.

Cette solution n'est admissible que comme moyen temporaire et de fortune, en attendant mieux.

TRANSMISSION PAR CONDUITES DE VAPEUR. — La conduite doit être enveloppée de matières isolantes dont une des plus employées a la composition suivante:

Kieselguhr	30
Terre glaise	37
Sciure de bois	20
Amidon	2,50
Crottin sec de cheval en poudre.....	10,50
	100,00

Divers autres *calorifuges* se rencontrent dans le commerce.

On peut, dans un grand nombre de cas, envoyer de l'extérieur la vapeur à des engins intérieurs d'épuisement, d'extraction, de ventilation, etc., par des tuyaux convenablement isolés pour éviter les condensations. Le rendement par ce procédé est supérieur à celui de l'air comprimé.

Le diamètre de ce genre de conduites se calcule par la formule suivante, qui donne en centimètres le diamètre d'une conduite débitant par seconde m kilogrammes de vapeur avec des pressions égales à p_0 à la chaudière et p à l'extrémité (exprimées en atmosphères):

$$D = \frac{1}{2} + \sqrt[5]{\frac{7.770 \times L \times m^2}{p_0^{1,94} - p^{1,94}}}$$

$$m_0 = m + 0,00000872 \times \gamma \times D \times L.$$

m_0 , poids de vapeur à l'entrée (en kilogrammes par seconde)

m , — — à l'extrémité;

γ , condensation par mètre carré de surface intérieure de tuyau.

$\gamma = 1$ kilogramme, est un maximum; avec un garnissage isolant un peu soigné, on descend facilement à $\gamma = 0^{\text{e}},60$.

TRANSMISSION TÉLÉDYNAMIQUE PAR CABLE. — Les transmissions télédyna-

miques par câbles à grande vitesse, applicables seulement dans certains cas particuliers, donnent un très médiocre rendement.

On emploie des poulies légères à grand diamètre afin d'éviter une courbure trop accentuée du câble et à gorge profonde revêtue de bois, de cuivre, de gutta-percha, etc., pour éviter les glissements. On fait l'axe très court. Pour les changements de direction, on se sert de galets de renvoi, de joints hollandais et très rarement d'engrenages d'angle.

Maximum de floche	$\frac{1}{20}$ pour petites distances
—	$\frac{1}{40}$ entre 60 et 200 mètres
Perte due à la raideur du câble.....	1 à 5 0/0
— aux divers frottements	2 à 5 0/0
Vitesse convenable.....	25 à 30 mètres
Grosseur du câble en fil d'acier.....	30 millimètres
Rendement (plus élevé qu'avec tout autre système de transmission)	90 à 96 0/0
— transmission électrique.....	70 à 75 0/0.

3° MACHINES D'EXTRACTION

Le travail journalier d'un moteur animé est :

$$W = PVN.$$

P, charge élevée verticalement en kilogrammes ;

V, vitesse verticale en mètres ;

N, durée du travail en heures.

Jusqu'à 50 mètres de profondeur, on emploie souvent, pour des fonçages ou de faibles extractions, des treuils à bras simples ou à engrenages.

La hauteur à laquelle peut agir un treuil à deux paires d'engrenages de rayon R_1 , R_2 , R_3 et R_4 est donnée par la formule :

$$h = \frac{\pi}{30} \cdot \frac{r}{R_2} \cdot \frac{R_1}{R_3} \cdot \frac{R_3}{R_4} \cdot n.$$

n , nombre de tours par minute ;

φ , rayon du tambour augmenté d'une demi-épaisseur de câble ;

r , rayon de la manivelle.

Dans les carrières de pierre, de phosphates, d'ardoises, etc., on installe souvent une *roue à chevilles* ou un *baritel* (manège à chevaux).

Les moteurs hydrauliques (*balance d'eau*, *roues à double aubage*, *machines à colonne d'eau*, etc.) sont avantageux quand on dispose de

chutes ou qu'on en peut créer artificiellement de particulièrement agencées pour le service de l'extraction.

Les anciens mineurs utilisaient les roues hydrauliques à double aubage et transmettaient à d'assez grandes distances la force à l'aide de tirants mis en mouvement par des bielles attelées à des manivelles dont étaient munis les tourillons de l'arbre de la roue hydraulique, et à leur autre extrémité ils transmettaient le mouvement à une ou à deux bielles actionnant à leur tour, soit l'arbre du tambour, soit un varlet aux bras duquel étaient attelées des tiges de pompes. Ces mécanismes ont rendu de très grands services. Nous les rappelons pour les ingénieurs qui ont à créer des installations en pays exotiques dépourvus de toutes ressources mécaniques.

Des treuils. — Ces utiles appareils sont *fixes* ou *portatifs* et de plusieurs types. On emploie des treuils à bras, à vapeur, à air comprimé, électriques. Nous pouvons encore distinguer : des treuils à tambour unique, pour extraction ou descente de remblais par plan incliné à voie unique ; des treuils à poulie ou à simple bobine ; des treuils à deux tambours placés généralement à droite et à gauche du moteur ; des treuils à double bobine.

Certains treuils sont de construction assez robuste pour servir de machine pour faible extraction. Il y en a notamment qui comprennent deux moteurs à distribution par tiroirs plans et à changement de marche par coulisse actionnant deux plateaux-manivelles calés à 90° sur un arbre commandant, par harnais d'engrenages doubles, deux tambours de forme et de dimensions variables suivant les applications. L'un de ces tambours est fou, ce qui permet le réglage aisé du câble. Ces treuils sont pourvus de freins à main ou plus généralement à pédales et aussi d'indicateurs à sonnerie de la marche des bennes ou des cages. Ces instruments sont d'une installation commode et fonctionnent régulièrement si l'on a soin de graisser fréquemment les organes du moteur et les engrenages ; de s'assurer que les contrepoids du frein à pédale donnent un fort serrage ; de ne jamais laisser d'eau dans les cylindres pendant les périodes d'arrêt prolongé.

Les treuils électriques comportent : un commutateur de manœuvre pour la mise en train et le changement de marche, un ampèremètre et un interrupteur sur tableau.

Treuil de manœuvre de 430 chevaux des houillères victimes de l'invasion. — Ce treuil comprend deux bobines pour câbles plats entraînés, par l'intermédiaire d'un train d'engrenages, par un moteur asynchrone à courant triphasé.

Ce treuil standard devait pouvoir s'adapter à tous les puits de la région ; il devait par conséquent non seulement assurer l'extraction à des profondeurs variant de 150 à 800 mètres, mais encore satisfaire à des écartements de molettes allant de 900 à 2.200 millimètres.

La machine à bobines, avec poulie de frein séparée, était seule

susceptible de répondre à ces bobines, à condition bien entendu que l'arbre principal ait une longueur suffisante pour permettre le calage des appareils d'enroulement à l'écartement demandé par chaque installation. Les bobines avaient en outre l'avantage de leur poids et de leur PD^2 fort réduits.

La Compagnie Electro-mécanique chargée de la construction de ces treuils adopta la commande par moteur triphasé ; celle-ci étant de beaucoup la moins coûteuse et la plus simple, étant données les puissances mises en jeu et la vitesse des bobines. Elle installa d'ailleurs, sur ces machines, un certain nombre de dispositifs pour pallier les inconvénients inhérents à ce mode de commande : défaut de souplesse, possibilité d'emballement, difficulté de marche lente lors de la vitesse du puits.

Le type de moteur adopté pour la commande du treuil a les caractéristiques ci-après :

Puissance continue.....	430 C. V.
Vitesse de synchronisme.....	475 tpm
Tension.....	3.000 volts
Fréquence.....	50 périodes

Ventilation artificielle :

Rapport de réduction du train d'engrenages.....	7 ou 7,64
Diamètre des bobines.....	2 mètres

L'appareil devait répondre au programme d'extraction suivant

Profondeur d'extraction.....	200 à 500 m.
Nombre de berlines par cage.....	4
Poids de la berline vide.....	250 kg.
Poids de charbon par berline.....	500 —
Poids de terre par berline.....	750 —
Charge utile normale.....	2.000 —
— maxima.....	3.000 —
— moyenne.....	2.500 —
Poids de la cage.....	2.300 —
Épaisseur du câble.....	18 mm.
Largeur —.....	130 —
Poids par mètre type du câble.....	5 ^{kg} ,75
Diamètre des molettes.....	3 ^m ,50
Tension du courant à 50 périodes.....	3.000 volts
Rendement du puits.....	0,82 à 0,85

La poulie de frein est montée entre les deux bobines ; elle se compose de deux parties en acier moulé assemblées par boulons et frettes.

L'arbre principal est à trois paliers avec coussinets en acier garnis d'antifricction et graissage par bagues.

L'arbre secondaire du pignon de commande, indépendamment des deux paliers flasques du moteur, comporte deux autres paliers à coussinets en bronze dur graissés aussi par bagues. Le barnais d'engrenage entraînant l'arbre des bobines à denture du type Citroën à doubles chevrons inclinés à 45°, est au rapport de 7 ou 7,6 suivant les machines. Le pignon est taillé dans la masse même de l'arbre moteur, ce qui permet de renforcer l'arbre dans sa partie médiane et de réduire par suite au minimum la valeur de la flèche et l'importance des vibrations.

Le frein principal se compose de deux sabots s'appliquant contre la jante de la poulie clavetée sur l'arbre entre les deux bobines. Il est commandé par l'intermédiaire d'un tringlage, soit par le frein de service à air comprimé, soit par le frein de sécurité contrepoids. Ce dernier a pour effet, lors du freinage, d'absorber la force vive du rotor et d'éviter ainsi une surcharge momentanée sur la denture des engrenages. Les deux freins sont conjugués et travaillent simultanément en proportion des efforts qu'ils ont à vaincre.

Le moteur est du type asynchrone triphasé sans relevage des balais. La puissance normale, en pleine marche est de 430 CV ; au démarrage, il peut supporter des pointes de 800 CV.

Un petit ventilateur (3 à 4 CV) en assure le refroidissement, car pendant les périodes de marche à vitesse réduite la ventilation naturelle serait insuffisante.

Nous extrayons, d'une étude de M. Lahoussay, les renseignements suivants :

Chevalet de manœuvre. — Le chevalet de manœuvre est à levier unique. En agissant sur ce dernier dans le sens longitudinal de la rainure-guide, on modifie la vitesse de rotation des moteurs ; en le déplaçant transversalement, on commande au contraire le frein de service. Ce dernier mouvement est possible sur toute l'étendue de la course longitudinale du levier et permet de ne pas desserrer au départ le frein de service tant que l'on n'a pas obtenu un couple suffisant pour maintenir la charge suspendue.

Au repos, le levier de manœuvre L est dans la position I (*fig. 3*). En le déplaçant de I en I' puis de I' en II, on actionne les interrupteurs tri et pentapolaires du chevalet (*fig. 6*) dont les axes M et N tournent en sens inverse sous l'action de la came C. Ce mouvement a pour effet de fermer les interrupteurs 1, 1', 2, 2' et d'envoyer du courant basse tension au moteur P commandant l'inverseur du stator. En même temps on relie par 4 les conducteurs empêchant le fonctionnement du dispositif de mise en court-circuit du rotor lorsqu'on marche en contre-courant. D'autre part, on coupe en 5 le court-circuitage de l'interrupteur du frein de sécurité, cet interrup-

teur ayant pour but de faire déclencher la bobine à minima du disjoncteur principal lorsque le contrepoids du frein vient à tomber. On remarquera que l'axe M est alors immobilisé par le verrou H. En continuant le déplacement du levier de manœuvre de II vers III on actionne mécaniquement le robinet du frein. Par ce mouvement on supprime l'arrivée d'air comprimé aux cylindres et on met ceux-ci en communication avec l'atmosphère, ce qui provoque le desserage du frein. La charge est alors immobilisée par le moteur seul qui se trouve en tension.

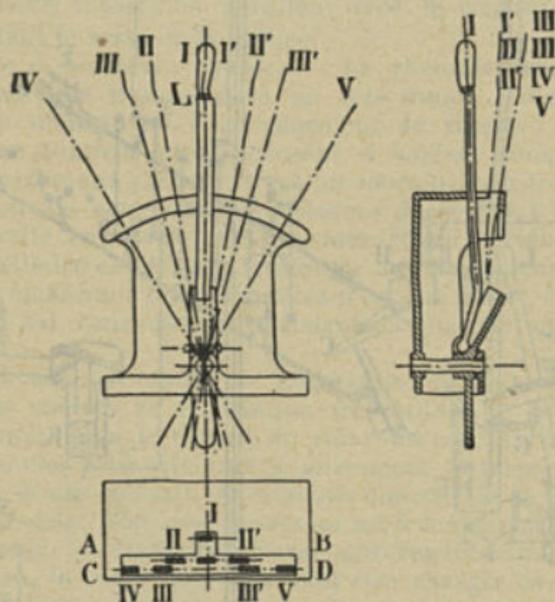


FIG. 3. — Chevalet de manœuvre.

Lorsqu'on pousse le levier L de III vers IV on agit mécaniquement sur le rhéostat du rotor et accélère le moteur. Dès que la vitesse de régime est atteinte, un interrupteur à force centrifuge se ferme et court-circuite le rotor.

Pour ralentir et arrêter la machine on rappelle le levier de manœuvre en arrière. Ce déplacement a pour effet d'introduire les résistances de démarrage dans le circuit du rotor, mais un relais maintient le court-circuitage des bagues du collecteur tant que le levier L n'a pas dépassé la position médiane. A partir de ce moment le mouvement en arrière de L détermine, par la rotation de N, la rupture

des contacts 1, 2, 4, tandis que le verrou H immobilise l'axe M. Le contact 3 entre en jeu et par 3' relie le manomètre à contacts K au circuit basse tension. De ce fait, la soupape d'échappement du frein

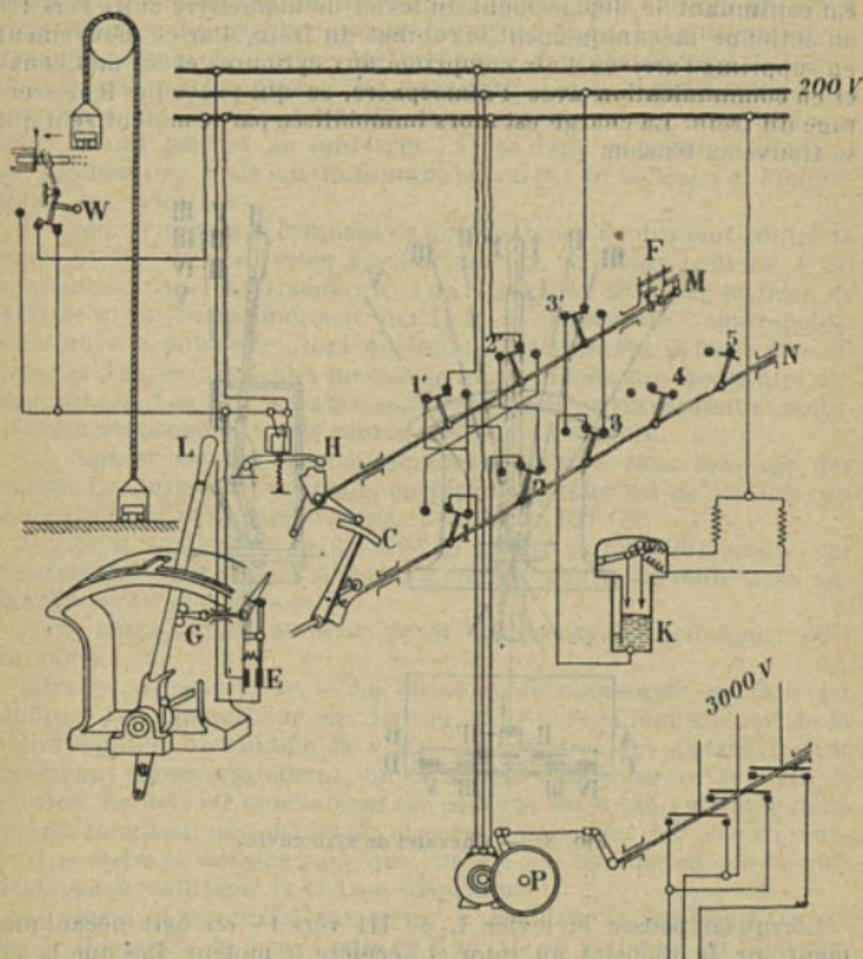


FIG. 4. — Détail des interrupteurs commandant l'inverseur du stator.

se ferme et il se produit une admission progressive d'air comprimé dans le cylindre. La pression de freinage est d'autant plus forte que le levier de manœuvre se rapproche de la position extrême V.

Pour bloquer la machine, on déplace L vers 11'. A ce moment, le

doigt G du chevalet se trouve libéré et le contact E se ferme, le verrou H se soulève et l'axe M, sous l'action des ressorts F, reprend sa position primitive.

Il est un cas où le déplacement du levier de manœuvre en arrière de sa position médiane ne doit pas déterminer le freinage mais au contraire la marche en sens inverse de la machine. C'est celui où il est nécessaire, avant la cordée, de soulever la cage pour effacer les taquets. Cette manœuvre ne peut être réalisée qu'en supprimant pendant le même temps le verrouillage de M. Dans ce but, un interrupteur W, lié mécaniquement au levier des taquets, est monté sur le circuit basse tension en parallèle avec le contact E. Il est sans action pendant le reste de la cordée.

Démarrageur à résistance liquide. — Le rhéostat de démarrage est enfermé dans une grande cuve en tôle munie d'un déversoir de trop-plein et d'un tuyau de dégagement de vapeur : Le couvercle de cette cuve contient un condenseur à surface composé de tubes en acier horizontaux parcourus par un courant d'eau froide (25 litres par minute). La commande des plaques du rhéostat est faite par une manivelle entraînée par une roue et un secteur denté. Un contact auxiliaire empêche la fermeture du disjoncteur du tableau tant que le maximum des résistances n'est pas inséré dans le rotor. Ce contact est court-circuité pendant la marche normale de la machine.

Marche à vitesse réduite. — Les visites du puits et des câbles exigent des vitesses de translation très faibles. Il est alors nécessaire d'insérer dans le circuit du rotor des résistances supplémentaires suffisantes pour atteindre le glissement correspondant du moteur. Dans le cas présent, on a admis une vitesse de translation de 0^m,12 par seconde. Afin que le moteur ait à fournir pendant tout le trajet un couple suffisamment élevé pour rendre efficace l'action de la résistance, la cage montante doit être chargée de deux wagonnets pleins (1.000 kilogrammes), tandis que les ouvriers prennent place avec leurs outils dans la cage descendante (250 kilogrammes). Pour la visite des câbles, on remplace le personnel par une charge quelconque équivalente.

Les résistances additionnelles du rotor sont mises en service au moyen d'un sectionneur commandé par un volant à main.

COMMANDE DES FREINS

Frein de service. — Le frein de service est à air comprimé. Il se compose essentiellement d'un cylindre dont le piston commande par tringlages d'une part le frein à sabots, d'autre part, le frein à bande du moteur. Sa manœuvre par le levier du mécanicien est obtenue

par l'intermédiaire d'appareils différents selon que l'on effectue le freinage progressif ou le blocage de la machine pendant l'arrêt.

Frein d'arrêt. — Lorsque le machiniste déplace latéralement vers la droite le levier de manœuvre dans la rainure du chevalet, il actionne mécaniquement un robinet à huit voies qui met le frein de service en communication directe avec le réservoir d'air comprimé. La manœuvre inverse produit le desserrage des sabots. Nous n'entrerons pas dans la description de ce robinet composé de quatre soupapes et qui ne présente aucune particularité.

Dispositif électro-pneumatique de freinage gradué. — Nous avons vu précédemment, en décrivant le fonctionnement du chevalet de manœuvre, que lorsqu'on ramène le levier du mécanicien L en

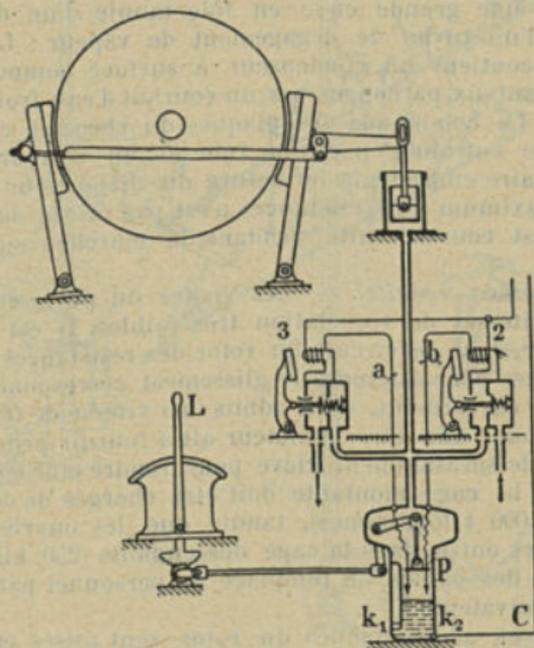


FIG. 5. — Frein à action graduée.

arrière de sa position médiane, le contact 3 de l'interrupteur pentapolaire met en tension le circuit du manomètre à contacts. Ce manomètre (*fig. 5*) se compose de deux vases clos communiquant à leur partie inférieure et renfermant du mercure. L'un d'eux k_1 , de très petit volume, est fermé hermétiquement, tandis que l'autre k_2 , de

plus grandes dimensions, est relié par un tuyau au cylindre du frein de service et par suite se trouve constamment à la pression de ce dernier. Dans le récipient k_2 peut se déplacer verticalement un plateau p commandé par le levier de manœuvre du mécanicien et portant à sa partie inférieure deux contacts électriques de longueurs inégales.

Lorsque le levier L occupe sa position médiane, le plateau p se trouve à la partie supérieure de k_2 , le cylindre du frein est à l'échappement et le mercure atteint le même niveau dans les deux branches du manomètre.

Dès qu'on ramène en arrière le levier de manœuvre, le plateau p s'abaisse, une première pointe rencontre le mercure et ferme le circuit ac de l'électro 3 bloquant la soupape d'échappement du frein. Lorsque la seconde pointe arrive au contact du mercure, l'électro 2 du circuit bc ouvre la soupape du réservoir d'air comprimé. Aussitôt la pression s'élève dans le cylindre, le mercure s'abaisse dans le récipient k_2 et le circuit bc est coupé. L'admission de l'air comprimé cesse alors et ne reprend que si le mécanicien, continuant à agir sur son levier, enfonce davantage le plateau p dans la cuve du manomètre.

Comme on le voit, à chaque position du levier de manœuvre correspond toujours une même pression dans le cylindre du frein.

Les pertes, s'il s'en produit, se trouvent compensées automatiquement grâce au fonctionnement du manomètre à contacts.

Frein de sécurité. — Le frein de sécurité, système Brown-Boveri, est constitué par un contrepoids 3 (*fig. 9*) suspendu, par l'intermédiaire d'une tige, à un plateau conique que supportent deux cliquets. Ceux-ci, immobilisés par un électro-aimant, s'écartent, soit mécaniquement lorsque le machiniste manœuvre le levier de sûreté placé sur le côté du chevalet, soit électriquement lorsque le courant vient à être coupé pour une des causes suivantes :

- Déclenchement de l'interrupteur principal ;
- Dépassement de la vitesse de régime (interrupteur à force centrifuge) ;
- Dépassement d'une certaine vitesse (25 0/0 de la vitesse normale) au moment où la cage arrive au voisinage de la recette du jour ;
- Pression insuffisante de l'air comprimé dans le réservoir alimentant le frein de service (manomètre à pression minima) ;
- Dépassement de la recette du jour.

Dans tous les cas, le contrepoids ainsi libéré tombe en actionnant le tringlage des freins. Pour amortir la chute et réaliser un freinage progressif, des ressorts 4 et 5 sont intercalés sur la tige de suspension de 3. Le ressort 5, en particulier, détruit en se comprimant l'énergie cinétique du poids qui continue sa course après que les

sabots sont entrés en contact avec la jante. Le travail fourni par ce ressort lors de sa détente est absorbé à son tour par un amortisseur à huile. Le relevage du frein de sécurité s'obtient par admission d'air comprimé dans le cylindre 7 au moyen du robinet à huit voies dont il a été parlé précédemment.

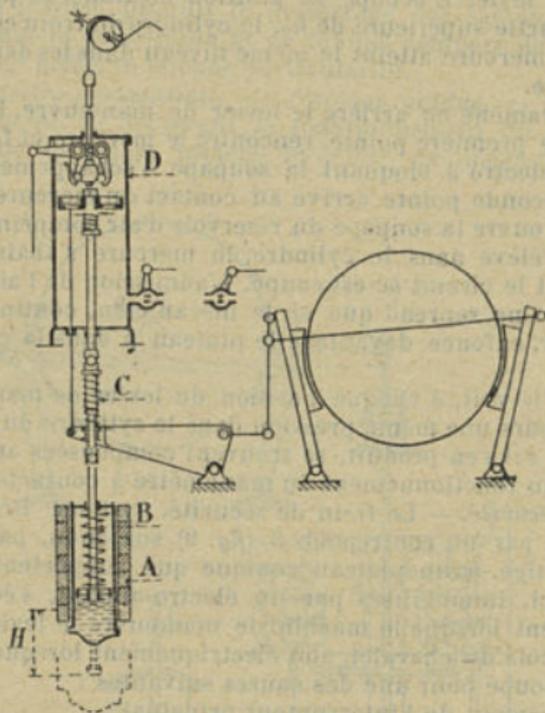


Fig. 6. — Frein de sécurité.

Ces treuils de 430 CV ont rendu et rendent encore des services considérables, ils ont hâté puissamment la remise en exploitation des bouillères sinistrées. Bon nombre resteront en fonction sur les puits à faible production pour lesquels des machines à courant continu ne seraient nullement justifiées.

Machines d'extraction à vapeur. — Le type ordinaire de la machine d'extraction à vapeur est une machine à deux cylindres moteurs avec manivelles couplées à 90°. Les machines horizontales sont de beaucoup les plus répandues.

Citons quelques machines modernes, à trois cylindres, agissant sur des

manivelles calées à 420°, dans lesquelles on réalise, au prix d'une certaine complication, l'avantage d'une très grande régularité du moment moteur et, aussi, des machines à quatre cylindres ou machines *ompoind*.

On a réduit la consommation de vapeur et, par conséquent, économisé le charbon, tout en obtenant un meilleur rendement du moteur, en adaptant la *détente variable*.

Afin de ne pas gêner les manœuvres, la détente ne doit agir ni au départ ni à la fin de chaque cordée; mais il importe que l'action de la détente ne cesse pas, pendant la marche, avant que le mécanicien n'ait fermé la valve d'admission, car alors se produirait une accélération dangereuse de la cage qui serait lancée en l'air.

Les *ébite-molettes* ont d'ailleurs pour effet, le plus souvent, d'opérer cette fermeture si le mécanicien oublie de le faire.

Cette obligation de supprimer la détente au départ et à l'arrivée rend inopportun l'emploi de la détente lorsque le puits est peu profond ou bien que le rayon du tambour d'enroulement du câble est très grand.

Pour de faibles puissances, on conserve encore la distribution à tiroirs-plans avec coulisses (Stephenson ou Gooch), avec adjonction fréquente d'un *servo-moteur*; pour les grandes puissances, on préfère les distributions à soupapes équilibrées ou à robinets à dé clic (Corliss, Sulzer, Wheelock, etc.).

Comme type de détentes, nous rencontrons: la *détente à la main*, la *détente au régulateur* et la *détente automatique*.

Puissance en chevaux. — Remarquons que, du commencement à la fin d'une cordée, les poids morts (cages, bennes, etc.) sont échangés entre eux, ainsi que les câbles, et qu'en définitive nous retrouvons des poids égaux dans des situations semblables.

Il n'y a donc de travail finalement développé que pour élever le poids utile P et vaincre les résistances passives. Le travail théorique moyen par unité de temps sera PV et si, pour tenir compte des résistances passives, nous admettons le coefficient de rendement $\frac{2}{3}$ (rendement expérimentalement obtenu avec les machines d'extraction), nous aurons pour expression du travail réel par unité de temps

$$\frac{3}{2} PV,$$

V étant la vitesse moyenne de la cage dans le puits. Donc, la puissance en chevaux nominaux sera :

$$\frac{3PV}{2 \times 75} = \frac{PV}{50} = 0,02 PV.$$

Supposons un poids de 4.000 kilogrammes de charbon à extraire d'une profondeur de 500 mètres. Si la durée de marche de la machine

est 8 heures et demie et celle de chaque manœuvre entre deux cordées, de 40 secondes, le nombre de cordées sera de 300 par $8,5 \times 3.600$ secondes, ce qui donne pour la durée d'une cordée :

$$\frac{8,5 \times 3.600}{300} = 102 \text{ secondes.}$$

Si on déduit de cette durée le temps (40 secondes) des manœuvres aux recettes, il reste 62 secondes effectivement employées à la montée du charbon pendant chaque cordée ; d'où on déduit pour valeur de la vitesse moyenne :

$$V = \frac{500}{62} = 8^m,06 \text{ par seconde,}$$

ce qui donne pour la puissance :

$$0,02 \text{ PV} = 644,8 \text{ CV,}$$

soit 645 chevaux en chiffre rond.

La pratique conduit à admettre certaines limites pour quelques valeurs essentielles concernant les machines d'extraction à vapeur, limites qu'il importe de rappeler :

Course du piston : entre 1 et 2 mètres.

Diamètre du piston : 0^m,50 à 1 mètre dans les machines ordinaires ; 1^m15, à 1^m,50 dans les cylindres à basse pression des moteurs compound.

Vitesse moyenne du piston : 1^m,50 à 2 mètres.

Vitesse moyenne d'ascension : pour bennes non guidées, 1 mètre et 1^m50 ; pour cages guidées, 5 à 15 mètres suivant la profondeur.

Dans les machines d'extraction à tiroirs, la contre-pression est un des éléments les plus importants de la consommation de vapeur. Cette contre-pression dépend de la pression d'admission, de la dimension des orifices d'échappement, du mode de réglage de la distribution enfin de la détente plus ou moins prolongée de la vapeur.

Elle est représentée par une expression de la forme :

$$1,033 + \beta p,$$

p étant la pression *effective* moyenne d'admission exprimée en kilogrammes par centimètre carré. On estime que le coefficient β égale :

0,50 dans les machines à tiroir normal à pleine admission ;

0,09 à 0,17 dans les machines à détente fixe par tiroir avec avance et recouvrement ;

0,16 dans les machines à détente variable par tiroir avec avance et recouvrement ;

0,04 dans les machines à détente variable par soupapes.

Consommation de vapeur. — Le travail indiqué et le travail utile par kilogramme de vapeur introduit dans les cylindres et le poids de vapeur introduit dans les cylindres par tonne élevée à 100 mètres sont donnés par le tableau suivant :

NATURE DES MACHINES	TRAVAIL indiqué d'un kilogr. de vapeur	TRAVAIL utile d'un kilogr. de vapeur	CONSOMMATION de vapeur par tonne élevée à 100 mètres
	kgm.	kgm.	kilogr.
I. Machine à pleine pression à tiroir normal.....	6.200	4.500	22,4
II. Machine à détente fixe par avance et recouvrement.	10.600	7.700	13,1
III. Machine à détente variable par avance et recouvrement.....	15.300	11.000	9,1
IV. Machine à détente variable par soupapes.....	18.100	13.100	7,7

On a admis, pour le calcul des chiffres de la deuxième colonne, que le travail utile est égal aux 72/100 du travail indiqué, et on a arrondi les chiffres.

Les machines d'extraction ayant une marche discontinue et ne travaillant que pendant une fraction de la journée, les pertes de chaleur dues au rayonnement, aux fuites, à la condensation dans les tuyaux de conduite et dans les cylindres, à l'entretien des feux pendant les arrêts, exercent sur la consommation de combustible une influence relativement plus considérable que dans les machines à marche continue.

Ces pertes sont sensiblement proportionnelles à la surface de chauffe en feu; en les évaluant en kilogrammes de vapeur, on peut les estimer à 5 ou 6 kilogrammes par mètre carré de surface de chauffe et par heure.

Si on appelle :

F, le nombre de tonnes à élever par jour à 100 mètres de hauteur;

F', le poids maximum à élever par heure à 100 mètres;

b, le poids de vapeur consommée aux cylindres, suivant le système de distribution, par tonne élevée à 100 mètres (tableau n° 1);

S, la surface de chauffe en feu nécessaire;

C, la consommation de vapeur par jour (y compris les pertes évaluées en kilogrammes de vapeur),

on aura :

$$S = \frac{bF}{12}$$

$$C = bF + 24.6 = bF + 12bF'.$$

La consommation de charbon sera égale à $\frac{C}{5}, \frac{C}{6}, \frac{C}{7}, \frac{C}{8}$, suivant que le combustible employé produira 5, 6, 7 ou 8 kilogrammes de vapeur par kilogramme brûlé.

Si l'on veut calculer la surface de chauffe nécessaire à une machine d'extraction devant élever 700 tonnes par jour, dont 500 tonnes de charbon en dix heures, à raison de 50 tonnes par heure, de 500 mètres de profondeur :

$$F' = 50 \times 5 = 250.$$

La surface de chauffe nécessaire et la consommation de vapeur par vingt-quatre heures seront :

NATURE des machines	$\frac{b}{12}$	SURFACE de chauffe (mètres carrés)	CONSOMMATION de vapeur par jour (kilogrammes)	CONSOMMATION de charbon 1 kilogramme houille donnant 7 kilogr. de vapeur (tonnes)
Avec une machine du type I.....	1,87	467	145.600	20,800
Avec une machine du type II.....	1,09	272	85.100	12,100
Avec une machine du type III.....	0,76	190	59.100	8,400
Avec une machine du type IV.....	0,64	160	50.000	7,100

Pratiquement, les consommations journalières de vapeur et de combustible *seront moins considérables* que ne l'indiquent les deux dernières colonnes, parce que, l'extraction étant très ralentie pendant la nuit, on couvrira une partie des feux et on diminuera ainsi notablement les pertes par refroidissement.

La recherche de tous les moyens capables de restreindre la consommation de vapeur (surtout depuis la concurrence faite aux machines à vapeur par les machines d'extraction électriques) a beaucoup développé l'usage, autrefois banni systématiquement, de la *condensation*.

L'emploi de la condensation tend maintenant à se généraliser, mais à la condition qu'un condenseur central communique avec l'échappement de tous les moteurs à vapeur du siège car, alors, les arrêts intermittents de l'extraction n'ont guère d'influence sur son fonctionnement.

On a obtenu de bons résultats par l'emploi d'*enveloppes de vapeur*, autour des cylindres et par la *surchauffe préalable* de la vapeur admise au moteur.

Machines d'extraction électriques. — Des multiples combinaisons inventées pour la commande des machines d'extraction électriques et décrites dans les cours et dans les revues techniques, il ne reste plus, à l'heure actuelle, que deux systèmes : la *commande directe* et le système « Léonard ».

La commande directe s'applique aussi bien au courant continu qu'au courant triphasé; elle consiste à actionner le tambour, la bobine, la poulie qui communiquent le mouvement aux câbles par un électromoteur recevant directement le courant envoyé et transmis par la centrale à la façon ordinaire en réglant la vitesse par absorption d'énergie dans des résistances intercalées dans la partie tournante du moteur.

Le système « Léonard » consiste à actionner les mêmes organes par un électromoteur à courant continu dont l'excitation est indépendante et constante, et dont le voltage est variable aux balais de son collecteur. Ce voltage variable est fourni par une dynamo actionnée soit par un électromoteur recevant le courant du réseau (triphase et continu), soit par un moyen mécanique quelconque et spécialement par une turbine à vapeur à basse pression utilisant des vapeurs d'échappement, cette dynamo étant à excitation indépendante.

L'introduction de résistances dans le circuit d'excitation permet d'en varier le flux et, par suite, la force électromotrice ($E = K\Phi$) de la dynamo, le voltage aux bornes de l'électromoteur et sa vitesse, puisque $n = \frac{E}{\Phi}$ (approximativement).

Par la manœuvre très simple d'un petit rhéostat d'excitation, on règle, par conséquent, la vitesse de la machine d'extraction.

Si l'on examine la formule exacte de la vitesse de l'électromoteur ($n = \frac{E - rI}{\Phi}$), dans laquelle r est la résistance de l'induit, on remarque que le couple, qui est égal à $K\Phi'I$, n'intervient, en grandeur et en sens, que dans l'expression $E - rI$, puisque Φ' est constant; de sorte que, pour un couple normal et pour une excitation donnée de la dynamo, la différence de vitesse obtenue, pour monter et pour descendre la charge correspondante, est donnée par les formules :

$$n = \frac{E - rI}{\Phi'} \text{ (montée),}$$

$$n' = \frac{E + rI}{\Phi'} \text{ (descente),}$$

d'où $n' - n = \frac{2rI}{\Phi}$, valeur qui généralement n'atteint pas 0^m,50 et

qu'on peut réduire encore. On peut donc dire qu'avec le système « Léonard » on n'a pas à se préoccuper, pour régler la vitesse, ni de la valeur de la charge, ni du sens de la charge, ce que l'on exprime en disant que « la position du levier, pour une vitesse donnée, est indépendante de la charge et de son sens ».

Il n'en est pas de même avec la commande directe, puisque, dans ce cas, pour des charges positives, il faut, pour avoir une vitesse donnée, introduire d'autant plus de résistances que la charge est plus faible et que, pour atteindre la vitesse de régime en partant de l'arrêt avec une accélération convenable, il faut manœuvrer le levier de résistances et d'autant plus lentement que la charge est plus faible.

La commande directe est loin, par suite, de donner la merveilleuse sécurité de la commande « Léonard », puisqu'elle exige de la part du mécanicien une dextérité et une attention comparables à celle qu'exige la conduite d'une machine d'extraction à vapeur. Son seul avantage réside dans l'économie de première installation.

Le prix des machines à groupe convertisseur est surtout élevé parce qu'on croit généralement leur adjoindre des volants « Ilgner », de façon que la puissance prélevée à la centrale reste constante. Certains pensent que c'est là une superfétation. Si on se réfère au diagramme des puissances empruntées à la transmission avec la commande « Léonard », on constate que ce diagramme se confond avec le diagramme même des puissances utiles; ce n'est donc pas un à-coup qu'a à supporter la centrale, à chaque démarrage, mais une surcharge graduelle.

Étant donnée l'importance présente des centrales de mines et la sensibilité des appareils actuels de réglage automatique de vitesse et de voltage, les groupes turbo-alternateurs notamment, et les canalisations peuvent supporter sans inconvénient ces surcharges.

Le volant ne sert donc que de limiteur de puissance empruntée au réseau; il consomme plus d'énergie pour tourner à vide qu'il n'en restitue. *Il peut donc être intéressant de prévoir le volant; il paraît toutefois inutile dans la plupart des cas.*

Équipement électrique des machines d'extraction. — Du fait que 103 sièges d'extraction ont été démolis par la guerre, il a fallu reconstituer l'outillage d'extraction. Pour cela, une commission d'ingénieurs des charbonnages dévastés et d'ingénieurs constructeurs s'est livrée à une étude du meilleur type des machines d'extraction électrique. Il nous a paru opportun et très utile d'en insérer les détails dans notre agenda. D'un commun accord, les houillères ayant adopté le courant triphasé à 50 périodes, on pouvait envisager les solutions suivantes :

- 1° Courant continu avec équipement Ward-Léonard sans volant;
- 2° Même système avec volant;
- 3° Courant triphasé avec moteur asynchrone à attaque directe;

4° Même système avec engrenages reducteurs de vitesse.

L'attaque directe par moteur asynchrone ne peut convenir du fait : de la périodicité du courant, des faibles vitesses de régime et des puissances demandées aux électromoteurs. De l'étude détaillée, il résulte que, pour des machines d'extraction relativement puissantes, à gros tonnage et dans les limites ordinaires du coût de l'électricité, les équipements Ward-Léonard, sans volant et triphasés, avec engrenages sont pratiquement équivalents au point de vue des frais annuels d'exploitation, tandis que le Ward-Léonard avec volant est coûteux. Pour les machines d'extraction à puissances élevées à gros tonnages et par suite à démarrages fréquents, telles que celles envisagées pour les houillères de la région du Nord, l'équipement Ward-Léonard sans volant, bien que d'installation plus coûteuse, présente, sur le triphasé avec engrenages, des avantages incontestables : souplesse, précision des manœuvres, à-coups moins brusques sur le réseau.

Les houillères ont adopté le Ward-Léonard sans volant, d'autant mieux que cette solution leur laisse la possibilité d'adjoindre des volants égalisateurs aux groupes convertisseurs le jour où, pour une raison quelconque, les centrales ou les réseaux d'alimentation auraient quelques difficultés à supporter les pointes.

La commission technique du groupement des houillères sinistrées a chargé une sous-commission d'étudier les dispositions mécaniques qu'il convenait de prendre, sur les données ci-dessus, pour adapter les machines d'extraction électriques aux besoins de la mine et de construire une machine pratique. Cette sous-commission de la construction des machines a décidé que le groupe d'extraction devait comprendre « un appareil d'enroulement avec deux moteurs pour un tambour bicylindrique et un ou deux moteurs pour la poulie Koepe ». Quoique l'emploi de deux moteurs augmente le prix de la machine, cette solution présente non seulement l'avantage d'un meilleur équilibrage des efforts, mais surtout il procure une plus grande sécurité de marche. En effet, en réduisant de moitié l'accélération ainsi que la charge utile transportée et en conservant la même vitesse de régime et la même période de ralentissement, on peut, en cas d'accident, réaliser, avec un seul des deux moteurs, une extraction réduite représentant approximativement de 40 à 50 0/0 de la production normale.

« Le nombre de tours morts de chaque câble sur le petit cylindre du tambour bicylindrique doit être théoriquement de deux. » La pratique montre que ce chiffre est nécessaire et reste très suffisant, même avec des câbles clos.

« Les freins doivent être établis conformément aux articles 81, 82, 83 et 84 du règlement général sur l'exploitation des mines de combustibles. Le frein de sécurité sera progressif et devra être capable

de tenir seul la charge maxima statique en tous les points du puits, le second câble étant supposé enlevé.

En aucun cas, le couple du moteur ne doit être en opposition avec le couple de freinage du frein de sécurité. Les deux cages circulant simultanément dans le puits, l'action du frein de sécurité doit être telle que si le courant vient à être coupé au moteur du groupe convertisseur au moment où la charge maxima descendante est à la fin de la période de régime, la cage se trouve arrêtée avant d'atteindre la recette du fond. Les deux moteurs entraînant l'appareil d'enroulement doivent être construits de façon qu'en cas d'accident à l'un d'eux, l'autre puisse assurer une extraction réduite (40 à 50 0/0 de la production normale).

Les machines doivent être à ventilation naturelle. Pour des machines très puissantes, les moteurs d'extraction exigent un refroidissement artificiel qui entraîne un peu de complication dans le dispositif.

Les moteurs d'extraction peuvent être placés entre paliers et aussi en porte-à-faux. La seconde disposition facilite le montage, la visite et le démontage; elle rend les collecteurs et les balais plus accessibles et conduit, dans le cas du tambour bicylindrique et pour celui-ci seulement, à un équipement moins coûteux, car la charge sur les paliers de l'appareil d'enroulement est très sensiblement la même, quelle que soit la solution adoptée. On pourrait craindre que les moteurs en porte-à-faux ne déterminent un fléchissement des extrémités de l'arbre. Or, la pratique a montré que pour une machine à tambour de 1.600 CV ainsi disposée, dont les moteurs avaient un entrefer de 4 à 5 millimètres, la flèche maxima était seulement de 0^{mm},5, soit le dixième de l'entrefer.

En conséquence, il convient d'adopter deux paliers pour la machine à tambour, quatre paliers pour la machine à poulie Koepe et à deux moteurs; la flèche de l'arbre restant, dans le premier cas, inférieure au dixième de la valeur de l'entrefer. Les paliers principaux doivent être en fonte, avec coussinets garnis de métal antifricition: le relevage de l'huile se faisant automatiquement.

Pour fixer les rotors des moteurs sur l'arbre du tambour, le moyeu de croisillon d'induit sera fendu et devra permettre un serrage énergique sur l'arbre.

L'entraînement sera, en outre, assuré par deux clavettes tangentielles disposées à 120°. On devra également prévoir la possibilité d'ajouter des frettes au moyeu, soit en préparant des parties tournées pour leur mise en place, soit en prévoyant des bossages spéciaux. Le bâti entièrement chaudronné doit former un châssis complet en profilés dont la poutre avant sera placée en dessous des poutres longitudinales pour réduire leur longueur. Le bâti portera des semelles en acier coulé.

Le châssis sera prolongé sur ses côtés pour permettre de faire coulisser la carcasse des moteurs et de dégager le rotor en cas d'accident ou de réparation. Il est dès lors facile, avec cette disposition, de faire toute sorte de réparations en laissant le rotor calé sur l'arbre.

Une accélération constante déterminant, dans certains cas, des pointes de démarrage trop importantes et fort gênantes pour le réseau, on les réduira en modifiant le profil de la came réglant la vitesse de démarrage de façon à réaliser une accélération variant par un accord préalable avec le constructeur.

Pour un groupe Ward-Léonard sans volant la succession des machines sur l'arbre est la suivante : excitatrice, génératrice, moteur asynchrone, génératrice, les quatre machines étant sur un bâti commun. Pour un groupe avec addition d'un volant, celui-ci est monté sur un socle spécial indépendant et à part. Le moteur asynchrone pour la commande des groupes convertisseurs permet un démarrage plus facile que le moteur synchrone : il résiste mieux aux variations brusques de puissance et procure une plus grande sécurité de marche.

Cependant, aux mines de Nœux, fonctionne un groupe convertisseur à moteur synchrone et aux mines de Liévin, un groupe Léonard à moteur asynchrone synchronisé.

L'excitatrice unique en bout d'arbre est très intéressante quand on utilise un volant, car, en cas d'arrêt brusque du courant, elle continue de débiter et permet d'achever la cordée.

L'absence du volant supprime cet avantage et certaines mines ont eu recours, dans ce cas, à un groupe d'excitation indépendant.

La sous-commission, à propos des génératrices, préconise qu'elles soient symétriques et interchangeable.

Elles seront munies de deux séries de bornes très distinctement repérées pour les deux sens de rotation.

Pour faciliter l'accouplement et le désaccouplement des machines, un jeu suffisant sera laissé dans les paliers extérieurs des génératrices. Dans le cas du groupe avec volant, l'accouplement de ce dernier permettra le même déplacement latéral de la génératrice voisine.

Il faut, pour chaque machine ou pour les deux machines d'un même siège, un groupe d'excitation de réserve comprenant : un moteur asynchrone et une ou deux génératrices.

Nous donnons ici une étude comparative de trois types de machines d'extraction d'après M. Lahoussay, chef de la commission technique du groupement des houillères sinistrées.

A. — Machine d'extraction à tambour bicylindrique de la fosse 2 bis des mines de Dourges, construite aux Forges et Ateliers de constructions électriques de Jeumont, tambour Thomas des Établisse-

ments Venot-Peslin. Trois machines identiques sont en service aux fosses 2 bis, 3 bis et 4 bis des mines de Dourges.

B. — Machine d'extraction à poulie Koepe de la fosse n° 14 des mines de Courrières, construite par la Société alsacienne de construction mécanique.

C. — Machine d'extraction de la fosse n° 3 bis des mines de Liévin construite par la Compagnie électro-mécanique et MM. Dujardin et C^e, tambour Thomas des Établissements Venot-Peslin.

Ces machines A, B et C répondent aux données techniques reportées sur le tableau suivant :

	A	B	C
Poids de la cage vide à 8 berlines....	5.000 kg.	5.500	3.800
Poids d'une berline vide.....	270	250	200
Charge utile :			
d'une berline de charbon.....	550	525	520
d'une berline de terre.....	1.000	800	850
normale (8 charbon).....	1.400	4.220	4.160
maxima (6 charbon + 2 terre)...	5.300	5.300	5.480
Molette :			
écartement.....	2 ^m ,065	—	1 ^m ,10
diamètre.....	6 ^m ,000	6 ^m	—
poids.....	6.250 kg.	—	—
Nombre de berlines à extraire par heure :			
charbon.....	366	—	320
terre.....	34	—	24
Total.....	400	—	344
Nombre de cordées par heure.....			
Charge normale.....	33	48	44 de 680 m. 43 de 800 m.
Charge maxima.....	17	—	—
Total.....	50	—	—
Vitesse maxima des cages.....	16 m.	—	—
Distance horizontale de l'axe du tam- bour à l'axe du puits.....	52 ^m ,775	—	56 m.
Distance verticale de l'axe du tambour à l'axe des molettes.....	80 ^m ,876	—	31 ^m ,10

Caractéristiques de l'appareil d'enroulement.

	A	B	C
Diamètre :			
du petit cylindre.....	3 ^m ,800	—	3 ^m ,80
du grand cylindre.....	6 ^m .000	—	6 ^m ,550
Distance d'axe en axe :			
des jantes des freins.....	4 ^m ,485	—	4 ^m ,910
des paliers.....	6 ^m ,570	—	
Nombre de spires :			
(a) sur le petit cylindre :			
tours morts.....	2	—	2
tours actifs.....	6	—	8
(b) sur le cône.....	10	—	12
(c) sur le grand cylindre.....	7,67	—	pour 600 m. — 14,8
Pour 370 mètres.....	15,9	—	— 680 m. — 18,7
— 525 mètres.....	30,5	—	— 500 m. — 24,5
— 800 mètres.....	—	—	62.000 kg.
Poids approximatif :			
PD ²	—	—	950.000

	A		B	C		
	370	570		600	680	800
Profondeur d'extraction.....	370	570		600	680	800
Nombre de cordées par heure....	50	50	48	44	44	43
Durée :						
d'un voyage.....	72"	72"	75"	15"	15"	15"
des manœuvres.....	20"	20"	30"			
de la cordée.....	52"	52"	45"			
de la période d'accélération..	19"	14 ²	17"			
de régime.....	23"	23 ⁶	15"			
de ralentissement.....	10"	14 ²	13"			
Vitesse :						
de la machine (en tours-minute)	37,8	50,7	49			
angulaire en radians.....	3,95	5,3	5,13			
Maxima des cages en mètres.....	11,85	15,09	16,66	18		
Consommation maxima par CV utile dans le puits, non compris les pertes dans les canalisations ni les consommations des appareils auxiliaires pour la charge de 4.400 kgr-kwh.....	1,37	1,28	1,24			

La machine A comporte deux moteurs à induit à porte-à-faux d'une puissance maxima de 940 CV, à la vitesse de 50,7 tours par minute, qui entraînent l'appareil d'enroulement.

Les câbles ronds en acier ont 52 millimètres de diamètre à 6 torons de 30 fils de 27/10. Ils ont un poids de 9^{kg},25 par mètre courant et donnent avec de l'acier de 160 kilogrammes de résistance par millimètre carré une charge de rupture après câblage de 142 tonnes.

Le freinage est assuré mécaniquement par deux paires de sabots dont les contrepoids de blocage sont soulevés, durant la marche, par les pistons de deux cylindres à air comprimé. Ce dispositif de sûreté est breveté par la Société de Jeumont.

L'indicateur de position des cages se compose de deux vis sur lesquelles se déplacent deux curseurs commandant le système de ralentissement de l'évite-molette en fin de cordée.

Le groupe Ward-Léonard est à quatre paliers principaux, plus un palier flasque pour l'excitatrice. Il comprend :

1° Un moteur asynchrone triphasé à 3.000 volts, à bagues et relevage des balais d'une puissance efficace de 1.600 CV, capable d'une puissance maxima de 2.300 CV, et tournant au synchronisme à la vitesse de 750 tours-minute;

2° Deux génératrices à courant continu de chacune 550 kilowatts sous 250 volts;

3° Une excitatrice de 46 kilowatts sous 220 volts commune aux moteurs d'extraction et aux génératrices;

4° Un régulateur à boule en bout d'arbre coupant le circuit d'alimentation du moteur asynchrone dès que la vitesse du groupe convertisseur dépasse de 10 0/0 le synchronisme;

5° Un groupe d'excitation de réserve composé d'une génératrice de 46 kilowatts sous 220 volts entraînée à la vitesse de 1.480 tours par un moteur asynchrone triphasé de 72 CV.

La machine B à poulie Koepe (6^m,50 de diamètre) est à câbles ronds en acier de 62 millimètres de diamètre; 12 kilogramme par mètre courant de 160 kilogrammes de résistance par millimètre carré à charge de rupture après câblage de 190 tonnes. La poulie Koepe se compose d'une jante en tôle sur laquelle sont fixés, d'une part, les blochets en bois dans lesquels est pratiquée la gorge et d'autre part, les bandages des deux poulies de frein.

La poulie est entraînée par un seul moteur courant continu de 1.270 CV sous 1.000 volts à 49 tours. Les deux paires de sabots assurant le freinage de la poulie sont commandés soit par le levier de manœuvre, soit par un appareil de sécurité breveté par la Société alsacienne de construction mécanique.

Le groupe convertisseur tournant à 735 tours-minute est de composition analogue à celle du type A déjà décrit.

La machine C diffère peu des deux précédentes; son frein de sécu-

rité est d'un type breveté Brown-Boveri, comportant un électro-aimant.

Ces trois types de machines d'extraction ont été exécutés tous les trois en plusieurs exemplaires et représentent une intéressante tentative de standardisation pour un genre de machine qui ne paraissait pas *à priori* devoir s'y prêter.

Machine d'extraction à courant monophasé. — En 1911, la Société des mines de Czeldaz a mis en service la première machine d'extraction, croyons-nous, à courant monophasé

Le moteur est constitué par deux moteurs à collecteur (à répulsion), système Déri, alimentés chacun par du courant monophasé, et bobinés de façon à charger également les trois phases d'un réseau triphasé.

La machine d'extraction à tambours coniques est attaquée par le moteur par l'intermédiaire d'engrenages.

Les avantages du moteur sont les suivants :

1° Simplicité. La machine ne comprend que le moteur, sans appareils de démarrage ou de mise en marche. Le démarrage et la variation de la vitesse, de 0 jusqu'au maximum, sont obtenus par simple déplacement des balais;

2° Contrairement à ce qui se passe dans les moteurs triphasés le moteur rend du courant au réseau dans la marche à contre-courant ;

3° L'à-coup de démarrage est égal, au plus, aux $\frac{2}{3}$ du couple de marche normal et le courant dépensé est proportionnel au couple produit.

Il en résulte :

a) Que le poids de la fourniture est beaucoup diminué et, par conséquent, le prix de l'installation;

b) Que la dépense de courant est très inférieure à celle de tous les autres systèmes;

c) Que la marche des autres machines du réseau, notamment celle des ventilateurs et des pompes centrifuges, n'est pas plus influencée que par une machine de système Léonard.

Les essais faits sur la machine ont donné les résultats suivants :

Pour une marche industrielle (moyenne de huit heures du matin à midi), on a relevé une dépense de $1^{\text{kw}},4$ par cheval utile en charbon monté.

Pour les divers autres systèmes, fonctionnant dans les mêmes conditions, on aurait eu :

Pour le triphasé direct.....	1 ^{kw} ,75
Pour le système Léonard.....	1,63
Pour le système Ilgner.....	1,96

Et encore ces chiffres supposent-ils, pour les systèmes Léonard et Ilgner, que chaque pause ne dépasse pas douze secondes.

Les conditions d'extraction étaient les suivantes :

Profondeur.....	210 m.
Charge utile.....	1.400 kg.
Poids de la cage vide (avec les bennes).....	3.000 kg.
Poids de la cage pleine.....	4.400 kg.
Poids du câble (rond en acier).....	3 kg. le m. c ^l .
Vitesse maxima.....	7 m.
Extraction garantie en dix heures.....	900 t

Comparaison des types de commande. — Avantages de la commande électrique. — La comparaison entre la commande à vapeur et la commande électrique des machines d'extraction fait ressortir à l'actif de la commande électrique les avantages suivants :

1° Au point de vue de la consommation de vapeur au cheval-heure utile dans le puits, on arrive pratiquement à la même consommation absolue de vapeur pour la machine à vapeur à condensation la plus perfectionnée et pour la machine électrique la plus complexe avec groupe convertisseur et volant ;

2° Réduction de l'encombrement ;

3° Simplicité de manœuvre et sécurité de conduite

4° Facilité de réglage de l'accélération ;

5° Possibilité de réaliser économiquement des ralentissements très rapides, surtout avec les moteurs réversibles ;

6° Constance du couple moteur réduisant la fatigue des câbles ;

7° Frais d'entretien moins élevés.

Un dispositif d'extraction qui tend à prévaloir dans les mines américaines tient à la fois de la cage et du skip.

La cage est à un seul étage et ne porte qu'une benne à la fois correspondant à un chargement utile de 2 à 4 tonnes de charbon. Des crochets spéciaux se rabattent automatiquement sur les essieux de la benne, lors de l'encagement, et servent à la maintenir au moment du culbutage de la cage au jour ; ces crochets s'effacent automatiquement lors de l'arrivée de la cage à la recette du fond pour permettre le décaement.

À la recette inférieure, les bennes pleines venant des chantiers sont amenées sur un plan incliné où un taquet les arrête ; à l'arrivée de la cage à la recette, ce taquet est effacé — soit à la main, soit automatiquement — et l'encagement des pleins et le décaement des vides se font par gravité, suivant le procédé habituel.

Lorsque la cage atteint la recette supérieure, des galets spéciaux fixés à l'extérieur de la cage sont saisis par des guides appropriés et provoquent le culbutage de toute la cage, comme celle d'un skip ordinaire ; en même temps un crochet saisit la porte en bout de la benne

et la soulève. La benne se vide dans des silos ou sur des grilles de criblage et redescend immédiatement, sans avoir quitté la cage.

Ce procédé a l'avantage de supprimer la manœuvre des bennes et le roulage à la recette supérieure, ce qui est particulièrement important avec des bennes de grande capacité pesant, en charge, 4.000 à 5.000 kilogrammes; il en résulte une intéressante réduction des frais de main-d'œuvre et une simplification notable des installations au jour.

En outre, les manœuvres d'encagement et de décagement peuvent être accélérées, puisqu'elles se font uniquement à la recette du fond et sont commandées par un seul moulineur. Pour réduire encore la durée des manœuvres, on a parfois recours à un procédé de signalisation électrique, tel que le suivant : au moment où le premier essieu de la benne pleine pénètre dans la cage, il ferme le circuit d'une lampe et fait apparaître un signal lumineux à la machine d'extraction; un deuxième signal apparaît, lorsque le deuxième essieu pénètre à son tour dans la cage; le machiniste met alors immédiatement en marche, le temps nécessaire à tendre le câble et à démarrer étant suffisant pour permettre à la benne de s'encager complètement.

4° MACHINES D'AÉRAGE. — VENTILATEURS

Travail à développer pour faire circuler un volume q d'air dans une mine. — Cherchons à évaluer le travail nécessaire pour engager dans une mine un certain volume d'air.

Ce travail est le produit du volume d'air engagé par la *dépression* h exprimée en kilogrammes par mètre carré, ou mieux (ce qui revient d'ailleurs au même) en *millimètres d'eau*.

La dépression s'exerçant sur la section droite s de la galerie y développe un effort total égal à hs . En accompagnant ce plan mobile le long d'un déplacement L , elle produit le travail hsL . Or sL est le volume engendré par ce déplacement, lequel se remplit d'air appelé du dehors.

Si q est le *débit* (volume mesuré en mètres cubes, injecté pendant une seconde), le travail sera hq et la puissance en chevaux :

$$\frac{hq}{75} = 0,0133 \, hq.$$

On exprime h en fonction de la longueur l du circuit (puits et galeries), du périmètre p , de la section s et de la vitesse v :

$$h = c \frac{lpv^2}{S},$$

Tableau donnant, en mètres cubes par seconde, les valeurs et de l'orifice

Orifice équivalent α (m. carrés)	DÉPRESSION									
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
0,20	2,351	3,327	4,074	4,702	5,260	5,762	6,224	6,654	7,054	7,43
0,40	4,702	6,654	8,149	9,405	10,520	11,524	12,448	13,208	14,107	14,87
0,60	7,054	9,981	12,223	14,107	15,780	17,286	18,671	19,962	21,161	22,31
0,80	9,405	13,208	16,297	18,810	21,040	23,048	24,895	26,616	28,215	29,75
1,00	11,756	16,635	20,372	23,512	26,300	28,810	31,119	33,270	35,268	37,19
1,20	14,107	19,962	24,446	28,215	31,560	34,572	37,342	39,924	42,322	44,63
1,40	16,459	23,289	28,521	32,917	36,820	40,334	43,566	46,578	49,376	52,07
1,60	18,810	26,616	32,595	37,620	42,080	46,096	49,790	53,231	56,430	59,510
1,80	21,161	29,943	36,670	42,322	47,340	51,858	56,014	59,885	63,483	66,949
2,00	23,512	33,270	40,744	47,024	52,600	57,620	62,237	66,539	70,537	74,388
3,00	33,268	49,965	61,116	70,537	78,900	86,430	93,356	99,810	105,805	111,58
4,00	47,024	66,539	81,488	94,049	105,200	115,240	124,475	133,078	141,073	148,77

c étant un coefficient constant déduit d'expériences sur le frottement de l'air dans des galeries types.

Nous pouvons remarquer que la section s restant invariable et s'avancant, par seconde, d'une distance marquée par la vitesse v engendre, pendant cet intervalle, un prisme qui a pour volume sv et qui mesure précisément l'appel d'air q ; donc :

$$q = Sv;$$

d'où :

$$v = \frac{q}{S}$$

et par suite :

$$h = c \frac{lpq^2}{S^3},$$

qui peut être mis sous la forme :

$$\frac{h}{q^2} = c \frac{S^3}{lp}.$$

On met ainsi à part, dans le premier membre, les éléments arbitraires de la ventilation et, dans le second membre, les données caractéristiques résultant de l'aménagement de la mine.

du débit q pour diverses valeurs de la dépression h équivalent a .

(en millimètres d'eau)

220	240	260	280	300	320	340	360	380	400
7,802	8,149	8,482	8,802	9,111	9,405	9,699	9,981	10,254	10,520
15,004	16,297	16,963	17,603	18,221	18,810	19,398	19,962	20,507	21,040
23,406	24,446	25,445	26,405	27,332	28,215	29,097	29,943	30,761	31,560
31,207	32,595	33,926	35,207	36,443	37,620	38,796	39,624	41,015	42,080
39,009	40,744	42,408	44,008	45,553	47,024	48,495	49,905	51,268	52,600
46,811	48,892	50,889	52,810	54,664	56,429	58,193	59,886	61,522	63,120
54,613	57,042	59,371	61,612	63,774	65,834	67,892	69,867	71,775	73,640
62,415	65,190	67,852	70,413	72,885	75,219	77,591	79,848	82,029	84,160
70,217	73,340	76,334	79,215	81,996	84,644	87,290	89,828	92,283	94,680
78,018	81,488	84,815	88,017	91,106	94,049	96,989	99,809	102,356	105,200
117,028	122,232	127,223	132,026	136,660	141,073	145,484	149,715	153,805	157,800
156,037	162,976	169,631	176,033	182,213	188,098	193,978	199,617	205,073	210,400

M. Guibal a appelé l'expression $\frac{q^2}{h}$ le *tempérament de la mine*.

L'équation se traduit en un théorème qui s'énonce ainsi : *Pour une mine donnée, la dépression est proportionnelle au carré du débit que l'on y veut faire circuler, et le travail nécessaire pour la ventilation est proportionnel au cube du débit* ; le travail est, en effet, le produit du débit par la dépression. Le puissance en chevaux devra donc croître rapidement dès qu'on voudra activer l'aérage, puisqu'en doublant cette puissance on n'augmente le débit que d'un quart ($\sqrt[3]{2} = 1,259$). Pour doubler le débit, il faudrait employer une énergie 8 fois plus grande.

En considérant le second membre, on voit comment les éléments de la mine influencent la dépression.

C'est ainsi qu'en augmentant les dimensions transversales des galeries, en agissant à la fois par conséquent sur p au numérateur et sur s au dénominateur, on s'aperçoit que p augmentant comme la première puissance et s comme le carré des dimensions, $\frac{p}{s}$ varie en raison inverse de la cinquième puissance du rapport de similitude.

Donc, en doublant le diamètre de la section, on pourra faire circuler le même volume d'air avec une dépression qui sera théoriquement 32 fois moindre.

Comme d'ailleurs $\sqrt{2} = 1,414$, il suffit, pour réduire la dépression à moitié, d'augmenter de 15 0/0 les dimensions de la section.

M. Murgue appelle *orifice équivalent* d'une mine donnée, la section, en mètres carrés, d'un orifice tel que la même dépression y fasse passer, pendant le même temps, le même volume d'air que dans la mine.

L'orifice équivalent est ainsi, par définition, un élément qui permet de considérer toutes les résistances qu'une mine oppose à la ventilation comme résultant d'un seul obstacle : celui de l'orifice en mince paroi.

Si nous adoptons la valeur 0,65 pour le coefficient de contraction de la veine gazeuse (chiffre résultant des expériences de d'Aubuisson, Petit, etc.) et si a représente l'aire de cet orifice, la section contractée sera $0,65 a$ et par conséquent le débit aura pour valeur :

$$q = 0,65 av.$$

Pour évaluer v , appliquons le théorème des forces vives. La demi-force vive a pour expression $\frac{\pi v^2}{2g}$, car si π désigne le poids spécifique, la masse sera $\frac{\pi}{g}$. La demi-force vive étant égale au travail développé que nous savons être, d'autre part, le produit du volume par la dépression, le volume étant ici égal à 1, nous écrirons successivement :

$$\begin{array}{l|l|l} h = \pi \frac{v^2}{2g} & \text{et pour :} & h = 0,145 \left(\frac{q}{a}\right)^2 \\ v = \sqrt{2g \frac{h}{\pi}} & g = 9,8088 & q = 2,63a \sqrt{h} \\ q = 0,65a \sqrt{2g \frac{h}{\pi}} & \pi = 1^k,29 & \end{array}$$

On aura, pour l'orifice équivalent a :

$$a = 0,38 \frac{q}{\sqrt{h}}$$

expression qui permet d'évaluer l'orifice équivalent d'une mine lorsque l'observation directe aura montré qu'une certaine dépression h y détermine un écoulement q par seconde.

Nous aurons une expression du travail t à développer pour faire circuler le volume q d'air dans la mine en fonction de l'orifice équivalent en remplaçant dans l'expression $t = hq$, trouvée précédemment, la dépression h par sa valeur : $0,145 \left(\frac{q}{a}\right)^2$. Il vient alors :

$$t = 0,145 \frac{q^3}{a^2}$$

Et pour la puissance en chevaux en divisant par 75 : $0,00193 \frac{q^3}{a^2}$.

Pour déterminer ce travail et le traduire ensuite pratiquement en chevaux usuels, il suffit de connaître l'orifice équivalent a dont nous avons indiqué la valeur :

$$\begin{aligned} a &= 0,38 \frac{q}{\sqrt{h}} \\ &= 0,38 \frac{q}{\sqrt{c \frac{1}{S^3} p q^2}} \\ &= 0,38 \frac{p \sqrt{S}}{\sqrt{c t p}} \end{aligned}$$

Si l'on suppose un réseau de galeries, ayant chacune un orifice différent, nous pouvons supposer d'abord ces galeries placées bout à bout *en série*, de manière que le même courant d'air se promène dans le circuit avec le même débit q , tandis que les dépressions individuelles à chaque tronçon s'ajoutent pour former une dépression totale h . On aura donc pour n tronçons semblables :

$$\begin{aligned} h &= 0,145 q^2 \left(n \frac{1}{a^2} \right), \\ h &= 0,145 \left(\frac{q}{\sqrt{n}} \right)^2, \end{aligned}$$

et pour des tronçons différents :

$$h = 0,145 q^2 \left(\frac{1}{a_1^2} + \frac{1}{a_2^2} + \dots + \frac{1}{a_n^2} \right).$$

L'expression de la dépression pour des tronçons semblables conduit à cet énoncé : *Un ensemble de n galeries semblables d'orifice équivalent a , placées en série, équivaut à une conduite ayant un orifice $\frac{a}{\sqrt{n}}$.*

Si le réseau de galerie est constitué de tronçons assemblés en *quantité* ou en *parallèle*, c'est-à-dire partant d'un même point pour constituer un faisceau convergeant à nouveau plus loin en un seul et même carrefour, la dépression motrice h est alors la même pour chaque tronçon, tandis que les débits respectifs s'ajoutent pour former le débit total q du faisceau :

$$q = 2,63 \sqrt{h} (a_1 + a_2 + \dots + a_n),$$

et, dans le cas particulier où tous les orifices seraient identiques :

$$q = 2,63 \sqrt{h} \cdot na.$$

Un ensemble de n galeries semblables, d'orifice équivalent a , assemblées en parallèle, équivaut donc à une conduite d'orifice na . — On est frappé de l'analogie des formules précédentes avec celles qui expriment les théorèmes de Kirchoff relatifs à la distribution des courants électriques continus. Ces formules permettent de résoudre, avec une approximation largement suffisante dans la pratique, les différentes questions qui peuvent se présenter dans l'étude des circuits d'aérage.

M. Murgue a calculé l'orifice équivalent d'un grand nombre de mines. Ses remarquables études se trouvent consignées au *Bulletin de l'industrie minière*, 2^e série. t. IV et IX.

Mesures des valeurs fondamentales : volume, dépression et vitesse de courant d'air. — La dépression se mesure à l'aide de *manomètres* et la vitesse à l'aide des *anémomètres*. Les anémomètres sont de trois types : à pendule, à moulinet, à colonne liquide.

Les *anémographes* enregistrent de façon continue la vitesse du courant d'air. L'enregistreur différentiel de M. Murgue a servi de prototype à de nombreux enregistreurs de débit.

Pour mesurer les faibles dépressions qui règnent habituellement dans les mines, on se sert de manomètres spéciaux : un manomètre à réglette mobile, manomètre multiplicateur à cloche, manomètre Ser, anémomètre de Maess à échelle flottante, manomètre à ménisque de M. Le Chatelier, etc. Certains manomètres enregistreurs sont d'un usage assez répandu : manomètres à flotteurs, manomètre à aiguille d'Ochwaldt, mouchard de Mons, indicateur de dépression des mines de Liévin, etc.

Il est bon de procéder, tous les mois, au jaugeage du courant général et des courants d'air partiels dans les mines grisouteuses en certains points spéciaux : aux deux extrémités de chaque tronçon principal, à l'entrée et à la sortie du circuit total, etc.

Quand on constate des pertes en des points particuliers du circuit, on tâche de les annuler soit en améliorant l'étanchéité des parois, soit en corrigeant d'autres défauts que l'on cherche à découvrir.

Ventilateurs. — La circulation et la distribution de l'air dans une mine s'effectuent à l'aide des machines (ventilateurs) ou d'après certaines dispositions que nous étudierons au chapitre traitant de l'aménagement général de la mine. Nous ne parlerons ici que des machines réglant la marche (volume et vitesse) du courant d'air dans le circuit complet d'un siège d'exploitation.

Le ventilateur s'installe, non pas directement à l'orifice d'un puits mais à 10 ou 20 mètres à côté, à l'extrémité d'une courte dérivation.

Dans les grandes exploitations, il y a un ou plusieurs puits exclusivement affectés à l'aérage, l'extraction s'effectuant par un autre puits consacré à l'entrée ou à la sortie de l'air suivant que le ventilateur est aspirant ou soufflant. Dans les exploitations d'importance moyenne, les deux puits indispensables au fonctionnement rationnel de l'aérage sont l'un et l'autre équipés pour l'extraction.

Mais on divise l'un des puits en deux compartiments distincts, le plus petit des deux (*goyot*) est coiffé du ventilateur, l'autre compartiment servant à la circulation des cages.

L'emploi de ventilateurs placés au fond, même s'ils sont mus par un électromoteur, ne se rencontre qu'exceptionnellement.

Suivant la grandeur de sa vitesse angulaire, le ventilateur est relié à sa machine motrice, soit directement, soit par courroies. On munit la machine motrice d'un régulateur de vitesse assurant un nombre de tours constant ou, ce qui est encore préférable, d'un *régulateur volumétrique* (Desailly et Dubois). Le volume d'air que fournit un ventilateur varie selon que l'*orifice équivalent* de la mine augmente ou diminue, et suivant que la température extérieure favorise plus ou moins la ventilation naturelle.

Lorsque la mine est pourvue d'une centrale électrogène, on emprunte à la distribution générale la puissance nécessaire à la commande des ventilateurs.

Le *moteur* des appareils de ventilation peut être quelconque. Tant qu'on ne dépasse pas 40 à 60 tours par minute, on peut faire attaquer directement l'arbre du ventilateur par la machine motrice; au delà, il sera plus sûr et plus économique d'entretien d'employer une transmission de mouvement par poulies et courroie.

La force F à donner à ce moteur se déduira de la formule :

$$F = \frac{1}{e} \times \frac{Vh}{75} \text{ chevaux,}$$

dans laquelle :

V = le volume débité par seconde exprimé en mètres cubes;

h , la *dépression* à produire exprimée en millimètres d'eau ou en kilogrammes par mètre carré;

e = le coefficient d'effet utile du ventilateur adopté, coefficient dont la valeur pratique est donnée dans les tableaux relatifs à chaque système de ventilation.

La constance et la régularité de leur marche conviennent à l'emploi des électromoteurs.

On distingue les ventilateurs *soufflants* et les ventilateurs *aspirants*.

On tend à donner la préférence aux ventilateurs aspirants; en voici la raison :

Pour maintenir le courant d'air toujours dans le même sens, en cas

d'arrêt accidentel et momentané du ventilateur, il convient de choisir le sens de l'aéragé naturel qui est nécessairement le sens ascensionnel ; il faut donc que l'aéragé mécanique, ou aéragé forcé, agisse dans le même sens que la ventilation naturelle.

On est ainsi conduit à faire arriver l'air frais au pied du puits le plus profond, qui est toujours le puits d'extraction.

Or, l'installation d'un ventilateur soufflant sur ce puits exigerait l'établissement d'une fermeture étanche mobile compliquée et souvent inopérante.

C'est pour ce motif qu'on installe aujourd'hui, presque toujours, un ventilateur aspirant sur l'orifice du puits d'aéragé, en laissant libre celui de l'extraction.

Pour les ventilations de quartiers distincts de la mine ou des culs-de-sac, on recommande, au contraire, l'emploi de ventilateurs soufflants mus à bras, par l'air comprimé ou électriquement.

Dans les mines grisouteuses, il est bon d'avoir un ventilateur de secours qu'il importe de faire fonctionner quelques instants tous les jours par précaution.

Si l'on veut, après un coup de feu, forcer exceptionnellement la ventilation, on a la ressource de mettre les deux appareils en marche simultanément, et, pour cela, il convient de les disposer en série, les faisant tirer l'un sur l'autre.

L'ouïe de chacun d'eux communique alors avec le débouché du précédent.

M. Murgue divise les ventilateurs en deux classes : *volumogènes* (ou *statiques*) et *déprimogènes* (ou *dynamiques*).

Les *ventilateurs statiques* sont constitués par une série de cloisons mobiles qui, à leur passage, interceptent la communication entre la mine et l'extérieur. Chaque cloison découpe une tranche d'air d'un côté et la déplace pour la déverser de l'autre côté en produisant ainsi indirectement une dépression.

L'air emprisonné par une cloison se trouve, par conséquent, pendant le déplacement de cette dernière, en repos relatif.

Les *ventilateurs dynamiques*, au contraire, laissent la communication entre la mine et l'extérieur permanente, et c'est le brassage énergique produit par le mouvement du mécanisme qui a comme résultat direct une dépression. Autrement dit, ces appareils communiquent aux molécules une certaine vitesse.

Sous le rapport de leur fonctionnement, ces deux classes d'appareils peuvent être soufflants ou aspirants. Certains systèmes peuvent même être aspirants ou refoulants. Il suffit de renverser leur sens de rotation. Ils sont dits réversibles (Fabry).

Les *ventilateurs statiques* ont, sur les appareils à force centrifuge, l'avantage d'extraire forcément, à chaque tour, un volume d'air précis et déterminé, indépendamment de la dépression manométrique plus ou

moins forte que peut nécessiter l'état de la mine. Il faut seulement dépenser plus de force et s'attendre à un peu plus de fuites si un plus grand degré de vide devient nécessaire.

Le calcul du débit que ces appareils peuvent donner se fait en mesurant le volume engendré par eux à chaque tour et en multipliant ce volume par le nombre de tours. Le débit théorique, ainsi trouvé, sera très supérieur au débit effectif à attendre; l'écart sera d'autant plus grand que l'appareil sera moins bien construit, que la vitesse et la dépression seront plus grandes.

Pour le Ventilateur Fabry, si on désigne par :

R et r , les rayons de l'enveloppe et des circonférences primitives des roues mobiles ;

L , la largeur de l'appareil ;

n , le nombre de tours par minute,

le volume d'air, théoriquement débité par minute, V sera approximativement :

$$V = 2n\pi (R^2 - r^2) L.$$

Pour le ventilateur Lemielle, le calcul se fait très simplement, à l'aide de traces graphiques : quand on s'est donné les rayons du tambour et de la cuve, l'excentricité et la largeur des ailes.

Ces ventilateurs sont presque complètement abandonnés.

Avant-projet de ventilateur dynamique ou centrifuge. — Un ventilateur, en même temps qu'il fournit le courant d'air, oppose lui-même une résistance au passage du courant dont il faut tenir compte dans le calcul de sa puissance, en plus des résistances concernant la mine. L'orifice équivalent aux frottements de l'air dans la traversée du ventilateur a été désigné sous le nom d'*orifice de passage* α . On le détermine, pour chaque ventilateur, en arrêtant sa marche et mesurant la compression ou la dépression h_0 , qui se produit alors dans l'ouïe ainsi que le volume correspondant du courant q_0 . Les agents naturels agissant seuls détermineront un courant dont on mesure le débit q_0 après lui avoir laissé le temps d'atteindre son régime régulier (dix minutes au moins). Cet écoulement, s'il se produit dans le même sens que l'aérage provoqué mécaniquement, créera, derrière le ventilateur, la compression h_0 qui représentera la force nécessaire pour faire franchir à ce volume d'air l'orifice de passage.

On calcule ainsi α par la formule :

$$\alpha = 0,38 \frac{q_0}{\sqrt{h_0}}$$

Le travail total sera donné par :

$$\theta = 0,145 \frac{q^3}{\alpha^2}$$

Il est donc important d'agrandir l'orifice de passage d'un ventilateur, puisque la perte de travail qu'il occasionne est, pour un débit donné, en raison inverse du carré de sa valeur.

Si H représente la somme des chutes de pressions partielles au bout de chaque tronçon d'un réseau de galeries, c'est-à-dire la *dépression totale* produite par le parcours complet du courant d'air, cette dépression se trouve provoquée par la rotation du ventilateur et comprend la dépression utile h qui sert à créer la circulation dans la mine du débit q et les résistances h' du ventilateur.

Si p_a et p_0 représentent respectivement la pression atmosphérique et celle de l'air à l'intérieur de la mine :

$$h = p_a - p_0 - \frac{\pi}{2g} \cdot V^2_0.$$

La lecture du manomètre fournira $p_a - p_0$ si le tube de cet appareil débouche dans la galerie perpendiculairement à la direction du courant d'air :

$$h' = H - h.$$

M. Murgue prend comme *dépression-type* correspondant à une vitesse périphérique u_1 celle que fournirait un ventilateur rejetant l'air dans l'atmosphère avec une vitesse finale réduite à zéro, et dans lequel l'aube se terminerait normalement à la périphérie de la couronne. Cette dépression-type a pour valeur $\frac{\pi}{g} u_1^2$. M. Murgue appelle *rendement manométrique* K le rapport de la dépression-type à la dépression utile h pratiquement fournie par un ventilateur quelconque avec la même vitesse à la jante :

$$K = \frac{h}{\frac{\pi}{g} u_1^2}.$$

Le rapport μ entre la dépression-type s'appelle indifféremment *pouvoir déprimant* ou *coefficient manométrique* (Rateau) du ventilateur :

$$\mu = \frac{H}{\frac{\pi}{g} u_1^2}.$$

Le débit q s'écoule à travers la mine représentée par son orifice équivalent a sous l'influence de la dépression h :

$$q = 0,65 a \sqrt{2g \frac{h}{\pi}}$$

et la dépression h' est déterminée par l'orifice de passage α , lequel est une donnée caractéristique du ventilateur

$$q = 0,65 \alpha \sqrt{2g \frac{h'}{\pi}}$$

d'où :

$$a^2 h = \alpha^2 h';$$

$$\frac{h}{h'} = \frac{\alpha^2}{a^2},$$

$$\frac{h}{h' + h} = \frac{h}{H} = \frac{1}{1 + \frac{a^2}{\alpha^2}}$$

$$h = \frac{\mu}{1 + \frac{a^2}{\alpha^2}} \cdot \frac{\pi}{g} u_1^2.$$

Donc, d'après cette dernière formule: pour une mine et un ventilateur donnés, la dépression est proportionnelle au carré de la vitesse à l'ante.

Nous avons pour nouvelle expression au débit :

$$q = 0,65 \sqrt{2} \cdot a u_1 \sqrt{\frac{\mu}{1 + \frac{a^2}{\alpha^2}}} = 0,92 u_1 \sqrt{\frac{\mu}{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{\alpha^2}}}$$

et nous aurons pour le pouvoir débitant d'un ventilateur :

$$\sqrt{\frac{\mu}{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{\alpha^2}}}$$

Ce pouvoir débitant est relié au rendement manométrique K par la relation :

$$\sqrt{\frac{\mu}{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{\alpha^2}}} = a \sqrt{K}.$$

Le rendement mécanique propre d'un ventilateur a pour expression :

$$R = \frac{h}{H + \frac{\pi}{2g} V^2} (1 - i),$$

$\frac{\pi}{2g} V^2$ étant la perte sous forme de force vive des molécules d'air rejetées avec la vitesse V dans l'atmosphère, et ε la fraction de travail dépensée à vaincre les frottements mécaniques de l'arbre dans ses coussinets. Ce rendement peut s'écrire :

$$\frac{1}{1 + \frac{a^2}{\alpha^2}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\pi}{2gH} \cdot V^2} \cdot (1 - \varepsilon).$$

On voit qu'il augmente avec le rapport $\frac{\alpha}{a}$.

La commission prussienne du grisou a recommandé de prendre $\frac{\alpha}{a} = 2$, et il est indispensable qu'il soit supérieur à l'unité.

On construit des graphiques qui permettent de se rendre compte rapidement des conditions les plus favorables au fonctionnement d'un ventilateur et qui dictent le choix à faire pour une exploitation envisagée. On obtient, pour chaque ventilateur, des courbes qui fournissent pour chaque valeur de l'orifice équivalent de la mine : le pouvoir débitant, le rendement manométrique, le rendement mécanique.

Pour faire l'avant-projet d'un ventilateur, on calcule d'abord la dépression :

$$h = 0,145 \frac{Q^3}{a^2},$$

et on déduit ensuite, comme suit, la vitesse u_1 à la jante :

$$h = K \frac{\pi}{g} \cdot u_1^2,$$

$$u_1 = 2,86 \sqrt{\frac{h}{K}}.$$

Cette vitesse, à la jante, est ordinairement de 20 à 40 mètres et exceptionnellement de 50. Si, en appliquant la formule précédente, on obtient une valeur supérieure à 40, on essaiera de remplacer le type de ventilateur et d'en prendre un modèle à rendement manométrique supérieur, à moins d'associer en tension deux ventilateurs.

Le nombre de tours n par minute sera :

$$n = \frac{30 \omega}{\pi} = \frac{30}{\pi} \frac{u_1}{R_1} = 9,5493 \frac{u_1}{R_1}.$$

R_1 , rayon extérieur des aubes.

Données principales concernant quelques types de ventilateurs

Ventilateur aspirant Geneste-Herscher.

DIAMÈTRE des roues à ailettes	ORIFICE équivalent le plus convenable	DÉPRESSION en millimètre d'eau	POULIES		DÉBITS en mètres cubes par seconde	DIMENSION de la machine à vapeur pour dépression de 80 millimètres	
			diamètre	largeur		alésage	course
0,675	0,17 à 0,24	80	0,400	0,200	4 à 5,5	0,250	0,25 à 0,40
0,800	0,24 à 0,34	80	0,450	0,220	5,5 à 8	0,250	0,25 à 0,40
1,000	0,34 à 0,54	80	0,600	0,250	8 à 12,5	0,300	0,30 à 0,50
1,200	0,54 à 0,78	80	0,750	0,250	12,5 à 18	0,350	0,35 à 0,55
1,450	0,78 à 1,10	80	0,900	0,300	18 à 26	0,400	0,40 à 0,60
1,700	1,10 à 1,56	80	1,000	0,320	26 à 36	0,450	0,45 à 0,70
2,000	1,56 à 2,16	80	1,100	0,350	35 à 50	0,500	0,50 à 0,80
2,400	2,16 à 3,12	80	1,200	0,400	50 à 72	0,600	0,60 à 0,85

Ventilateur Mortier avec moteur indépendant

DIAMÈTRE extérieur de la roue	LARGEUR extérieure de la roue	ORIFICE équiva- lent conve- nable	DÉPRESSION pour une vitesse tangentielle de 30 mètres	DÉBIT en mètres cubes par seconde	FORCE néces- saire en chevaux	RENDEMENT mécanique 0/0
mm.	mm.	m ²	m.			
900	600	0,27	0,1025	4 à 8	9 à 27	65
	750	0,34		5 à 10		
	900	0,40		6 à 12		
1.200	800	0,48	0,1050	7 à 14	15 à 45	67,5
	1.000	0,60		8,5 à 17		
	1.200	0,72		10,5 à 21		
1.500	1.000	0,75	0,1075	12 à 24	25 à 75	70
	1.250	0,94		15 à 30		
	1.500	1,12		18 à 36		
1.800	1.200	1,08	0,1100	18 à 36	36 à 108	72,5
	1.500	1,35		22,5 à 45		
	1.800	1,62		27 à 54		
2.100	1.400	1,47	0,1125	24 à 48	45 à 135	75
	1.750	1,84		30 à 60		
	2.100	2,20		36 à 72		
2.400	1.600	1,92	0,1150	31 à 62	60 à 180	78
	2.000	2,40		39 à 78		
	2.400	2,88		48 à 96		

L'appareil ainsi déterminé, on a pour expression du travail à développer théoriquement par seconde qh , c'est-à-dire :

$$0,145 \frac{q^3}{n^2}$$

Grands ventilateurs Rateau (centrifuge)

NUMÉROS	DIAMÈTRE DE LA ROUE m.	ORIFICES ÉQUIVALENTS m ²			PRESSION DE :									Applicable à des orifices équivalents variant entre :
		48 millimètres d'eau			108 millimètres d'eau			192 millimètres d'eau						
		Tours par minute	Débit par seconde	Travail effectif chev.	Tours par minute	Débit par seconde	Travail effectif chev.	Tours par minute	Débit par seconde	Travail effectif chev.	Tours par minute	Débit par seconde	Travail effectif chev.	
1	4,00	95	56	48	144	84	460	191	112	380				2,60 et 1/2, 00
2	3,40	112	40	35	169	60	115	225	80	280				1,85 et 2,60
3	2,80	137	28	24	205	42	80	274	56	190				1,30 et 1,85
4	2,40	159	20	17	238	30	57	318	40	140				0,92 et 1,30
5	2	191	14	12	287	21	40	382	28	95				0,65 et 0,92
6	1,70	225	10	8,5	336	15	28	450	20	70				0,46 et 0,65
7	1,40	274	7	6	410	10,5	20	548	14	48				0,30 et 0,46
8	1,20	318	5	4,3	476	7	14	636	10	35				0,21 et 0,30
9	1,00	382	3,5	3	560	5	10	764	7	28				au-dessous de 0,21

Le pouvoir manométrique du ventilateur Rateau atteint 4,05.

et pour puissance correspondante en chevaux :

$$0,00193 \frac{q^3}{a^2}$$

Si donc ρ désigne le rendement mécanique propre du ventilateur adopté, et ρ' celui du moteur choisi, la puissance nominale de ce dernier aura pour valeur, en chevaux *indiqués*

$$0,00193 \frac{q^3}{\rho\rho' a^2},$$

a étant évalué en mètres carrés et q en mètres cubes par seconde.

Voici, à titre d'exemple, la disposition adoptée dans une installation récente aux mines de l'Escarpelle (puits n° 9). Les exploitants ayant à installer un puits de retour pour l'aérage de leurs fosses n° 1 et n° 3, éloignées l'une de l'autre de 1.500 mètres, ont été amenés à disposer ce puits à une assez grande distance des fosses d'extraction, afin de diminuer la longueur des circuits d'aérage et de réaliser l'aérage diagonal (*fig. 7*).

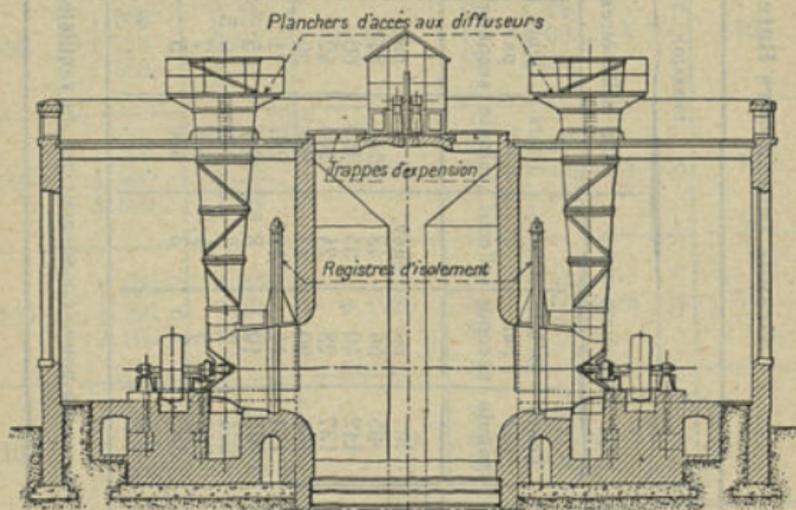


FIG. 7. - Ventilateurs du puits n° 9 aux mines de l'Escarpelle.

La station centrale de la Compagnie, située à 1.600 mètres du nouveau puits, fournit du courant triphasé à 5.000 volts, 50 périodes, dans des conditions très économiques puisqu'elle utilise les flammes perdues et les gaz en excès des fours à coke pour alimenter ses moteurs.

Puits. — Le diamètre a été fixé à 5 mètres afin d'obtenir une section utile sensiblement égale aux sections réunies des fosses d'entrée d'air. Les pertes de charges dans les puits ont été ainsi fortement réduites.

Deux treuils, un de fonçage et un de manœuvre, actionnés aussi par courant triphasé et munis d'évite-molettes, de sonneries et d'indicateur de position, ont permis d'exécuter le fonçage dans des conditions très satisfaisantes de rapidité et de sécurité.

Le treuil de manœuvre a été conservé dans l'installation définitive, comme appareil de secours et de visite du puits.

Ventilateur. — Deux ventilateurs identiques ont été placés dans des positions symétriques et aussi près que possible du puits afin d'éviter les pertes de charge souvent très importantes dans les galeries d'accès. Ces ventilateurs sont du type Monnet et Moyné ; ils ont 2^m,400 de diamètre à la turbine, ils sont montés sur paliers avec-roulement et butée à billes donnant des frottements extrêmement réduits, un entretien minime et une très faible consommation d'huile.

A la vitesse de 227 tours par minute et pour un orifice équivalent de 2^m2,28, ces ventilateurs peuvent débiter 60 mètres cubes d'air par seconde avec une dépression de 100 millimètres d'eau.

A la vitesse de 277 tours et sur un orifice équivalent de 2^m2,48, ils peuvent extraire 80 mètres cubes d'air avec 150 millimètres de dépression. Les courbes caractéristiques de ces ventilateurs montrent que les rendements mécaniques sont voisins de 75 0/0 entre les limites étendues de l'orifice équivalent et que le pouvoir manométrique diminue lorsque l'orifice équivalent augmente au delà de la limite pour laquelle le ventilateur a été construit.

Le constructeur aurait pu modifier l'inclinaison des ailes afin de diminuer plus fortement le pouvoir manométrique lorsque l'orifice équivalent augmente. Au lieu d'être inclinées de 60° vers l'avant, les ailes peuvent être normales à la circonférence ou même être inclinées vers l'arrière. On arrive ainsi, sans variation trop importante du rendement, à n'avoir pas à redouter le fort accroissement du travail du ventilateur lorsque l'ouverture de la mine augmente brusquement.

Ces conditions sont bien celles qu'il est désirable d'obtenir :

1° Pour les travaux dont l'orifice équivalent est appelé à varier d'une période à une autre ;

2° Pour la commande par moteurs à courant triphasé, moins souples que les moteurs à courant continu ou les machines à vapeur.

Lignes d'aménée du courant. — Deux lignes entièrement distinctes servent indifféremment à amener le courant à 5.000 volts de la station au tableau des moteurs des ventilateurs. L'une de ces lignes est en câble armé, elle est placée souterrainement ; l'autre est en câbles aériens montés sur pylônes métalliques.

Des lampes à feu rouge placées sur le tableau d'arrivée indiquent, d'une manière continue, si les lignes sont en charge. L'arrivée du

Mines de l'Escarpelle (Fosse n° 9).
Rendement des ventilateurs aspirants de 2^m,400 × 800 " Type Monnet et Moynet " actionnés par moteur électrique à courant triphasé.

Numéros des essais	MOTEUR									
	Watts	Ampères	Volts	Kva	Coef- ficient pour l'ensem- ble trans- formateur et moteur	Pertes en watts dans le transfor- mateur	Nombre de tours du moteur par minute	Puissance absorbée par le moteur	Rende- ment du moteur	Puissance en chevaux sur l'arbre du moteur C
<i>Ventilateur n° 1.</i>										
1	121.800	19,1	5.000	165.215	0,736	17.500	596	104.300	0,86	122,14
2	121.500	17	4.860	142.932	0,845	17.400	600	104.100	0,88	124,1
3	93.300	19	4.960	163.100	0,572	12.500	476	80.800	0,73	80,1
<i>Ventilateur n° 2.</i>										
4	80.7001	10,55	4.928	89.943	0,897		731	80.700	0,91	99,76
5	49.500	6,5	5.040	56.675	0,873		747	49.500	0,92	61,6
6	90.000	11,75	4.940	100.533	0,895		734	90.000	0,91	111

Mines de l'Escarpelle (Fosse n° 9).
Rendement des ventilateurs aspirants de 2^m,400 × 800 " Type Monnet et Moyné "
actionnés par moteur électrique à courant triphasé

VENTILATEUR												
Numéros des essais	Watts	Am-pères	Volts	Kva	Nombre de tours du ventilateur	Dépression en millimètres d'eau (h)	Vitesse de l'air en mètres par seconde à la sortie du diffuseur	Débit en m ³ par seconde (Q)	Orifice équivalent $O = \frac{0,38Q}{\sqrt{h}}$	Puissance théorique en air débité en chevaux $P = \frac{Qh}{75}$	Puissance absorbée par le ventilateur 960/0 de C Perte de 4 0/0 par la courroie	Rendement du ventilateur $R = \frac{P}{0,96C}$
1	124.800	19,1	5.000	165.215	232	112	10	54,45	1 ^m ,95	81,3	117,25	0,693
2	121.500	17	4.860	142.932	233	111	10,433	56,859	2,05	84,15	119,13	0,706
3	93.300	19	4.960	163.100	184	68	9,80	53,31	2,45	55,8	76,89	0,725
4	80.700	10,55	4.928	89.943	231	114	7,654	41,714	1,485	63,40	95,77	0,662
5	49.500	6,5	5.040	56.675	200	82	6,85	37,832	1,566	40,8	59,13	0,694
6	90.000	11,75	4.940	100.533	232	108	10,033	54,680	1,997	78,7	106,5	0,745

courant à l'arrière du tableau est installée en boucle et des coupe-circuit permettent d'isoler momentanément les appareils à réparer sans avoir à arrêter la ventilation de la mine.

Electro-moteurs. — On a adopté des moteurs à courant triphasé, afin de pouvoir utiliser le plus économiquement et le plus simplement possible le courant à 5.000 volts, 50 périodes, produit par la centrale électrique; mais comme il semblait désirable de pouvoir faire varier facilement, dans certains cas spéciaux, la puissance de l'aérage mécanique, on a choisi, pour commander l'un des ventilateurs, le moteur à collecteur et à vitesse variable fourni par la Société anonyme des ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est, à Jeumont.

Le ventilateur n° 1 actionné par ce moteur peut fonctionner entre les limites suivantes :

Vitesse du ventilateur	Puissance absorbée
134 tours par minute.....	17 chevaux
335 — —	215 —

La vitesse probable de régime étant :

267 tours par minute.....	110 chevaux
---------------------------	-------------

La transmission se faisant par courroie, le moteur fourni a les caractéristiques suivantes :

Vitesses	Puissances	Rendements	Cos
300 tours	20 chevaux	0,60	0,25
600 —	115 —	0,86	0,90
750 —	225 —	0,88	1

La vitesse peut être réglée, comme il est désiré, entre les limites indiquées par la simple modification du calage des balais; cette vitesse est réduite, le plus habituellement, à 600 tours; mais elle peut, sans aucun inconvénient pour le moteur, être maintenue indéfiniment à l'une quelconque des vitesses comprises entre 300 et 750 tours aux charges indiquées ci-dessus sans crachements ou étincelles sensibles aux balais.

Le moteur peut supporter indéfiniment la pleine charge à la vitesse de 750 tours et, de plus, une surcharge de 20 0/0 pendant une heure ou de 50 0/0 pendant cinq minutes suivant cette période de marche à pleine charge, sans danger ou inconvénient pour sa conservation.

Le ventilateur n° 2 est commandé par courroie au moyen d'un moteur asynchrone 5.000 volts, d'une puissance de 125 chevaux, un peu supérieure à la puissance normale prévue, et travaillant par suite avec un bon rendement.

Le puits de retour servant uniquement à l'aérage et ce puits étant

assez éloigné des fosses d'entrée d'air, un court-circuit donnant une surcharge importante est peu à craindre pour le moteur.

Le tableau précédent indique les résultats obtenus.

5° COMPRESSEURS D'AIR

Choix et calcul d'un compresseur. — En admettant, pour le rendement de la force transmise par l'air comprimé, le chiffre de 33 0/0, qui est un maximum, on peut estimer que chaque perforateur Éclipse ou Hardy, en service dans la mine, exige une force de 12 chevaux-vapeur, mesurés sur le piston de la machine du compresseur.

Les compresseurs peuvent être divisés en trois classes :

1° Les compresseurs à *grande vitesse*, type *Burckhardt*, dont le rendement, notablement inférieur à celui des compresseurs à vitesse moindre, sont moins sensibles que celui de ces derniers aux variations de vitesse. Cela tient à ce que le refroidissement de l'air n'étant assuré, dans les compresseurs Burckhardt, que par une circulation d'eau dans l'enveloppe du cylindre compresseur, est incomplet et la compression se fait suivant la courbe adiabatique.

2° Dans les compresseurs à *faible vitesse et à colonne d'eau*, type *Hanarte*, l'air comprimé est en contact immédiat avec l'eau. De plus, par un artifice de construction, la surface de contact de l'air comprimé avec l'eau croit en même temps que la pression.

Dans l'un et l'autre de ces types, les espaces nuisibles sont presque complètement évités.

3° Les *turbo-compresseurs*.

Voici, pour fixer les idées, des chiffres de rendement de deux types de compresseurs à piston.

Compresseur établi aux houillères de Ronchamp (Haute-Saône) (type Burckardt).

Les chaudières qui alimentent ce compresseur marchent à 4 kilogrammes seulement.

Diamètre du cylindre à vapeur.....	0 ^m ,600
— — à air.....	0,500
Course commune.....	0,600

Le compresseur fournit :

A la vitesse de 60 tours par minute...	2 ^m 3	} d'air comprimé à 5 kilogrammes
— 85 — ...	3	
— 100 — ...	3.500	

A la vitesse de 85 tours (3 mètres cubes), on a :

Travail effectif du compresseur.	112 chevaux
— indiqué de la vapeur.....	134 —
Introduction de la vapeur.....	0,30
Poids d'air aspiré à 15° par minute	1.340 kilogrammes
— de vapeur consommé à l'heure.....	1.900 —

Le travail théorique nécessaire pour obtenir un mètre cube d'air comprimé à 5 kilogrammes effectifs est, en admettant la compression isotherme, de 106.435 kilogrammes. Il en résulte que le *rendement général* de l'appareil, c'est-à-dire le rapport du *travail indiqué* de la vapeur au *travail théorique* de la compression isotherme, est de :

$$\frac{106.435}{\frac{134 \times 75 \times 60}{3}} = 0,53.$$

Le *rendement du mécanisme*, c'est-à-dire le rapport du *travail effectif* du compresseur au travail indiqué de la vapeur, est de :

$$\frac{112}{134} = 0,84,$$

et la consommation de vapeur par cheval indiqué serait, dans les conditions défavorables de 4 kilogrammes de pression seulement aux chaudières, de :

$$\frac{1.900}{134} = 14^{\text{kg}},00,$$

chiffre élevé. La machine n'a pas de condenseur. Elle est à détente variable par régulateur.

Ce genre de compresseur a, d'autre part, l'avantage d'être très ramassé comme forme, d'occuper peu de place, d'être monté sur un bâti unique et d'un poids relativement faible comparé à celui des compresseurs à colonne d'eau, qui ont les inconvénients contraires.

Compression étagée. — Reprenons le diagramme de la figure 8 et supposons qu'une fois arrivés dans une première période de compression adiabatique, au point M de la courbe, nous puissions refroidir la masse de manière à ramener le volume à la température initiale, M viendra en M' sur l'isotherme d'égale compression.

Reprenons alors la compression adiabatique, nous arriverons en R' au lieu de R, qui aurait été atteint par la compression directe adiabatique, sauvant ainsi tout le travail représenté par le parallélogramme à côtés courbes MM'R'R.

C'est ce qu'on appelle la *compression étagée*.

On peut même la concevoir avec un nombre plus grand d'étages, mais la complication pratique devient alors extrême. Il y a une limite, attendu que les pertes s'ajoutent dans chaque appareil. On se borne dans la pratique à deux.

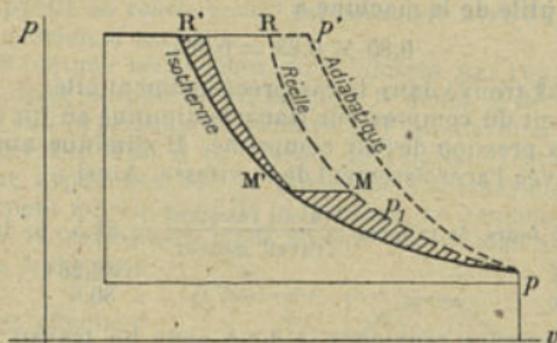


FIG. 8. — Compression étagée.

On doit choisir M de telle façon que

$$p_1 = \sqrt{p \cdot p'}$$

Pratiquement parlant, avec une pression initiale de 7 kilogrammes et l'étage à 5 kilogrammes, on obtient 12 à 15 0/0 d'économie sur la compression sans étage. Cet avantage s'accroît avec le chiffre de la pression initiale.

Les compresseurs Sullivan à étage refroidissent l'air à son passage du cylindre HP au cylindre BP au moyen d'un échangeur tout à fait analogue à un condenseur de surface dans une machine marine. L'inconvénient de ce dispositif est d'exiger beaucoup de place. Dans le compresseur Meyer, le même cylindre sert pour la compression étagée, la différence de volume sur les deux faces du piston s'obtenant par l'accroissement du diamètre de la tige. On a alors un grand volume d'un côté et un volume moindre pour la compression finale, ce qui diminue forcément le rendement. Ce dispositif n'est à recommander que pour les petites forces.

Compresseur établi aux fosses du Temple et Saint-Mark, à Anzin (type Hanarte).

Cet appareil donne 4 millimètres cubes d'air comprimé à 5 kilogrammes par minute avec une vitesse de 34 tours.

Les essais ont donné :

Pour le rendement volumétrique.....	90	p. 100.
Pour le rendement dynamique.....	80	—

Enfin, la quantité de travail absorbée par l'échauffement de l'air au moment de la compression, qui est de 17 0/0 du travail résistant réduit l'effet utile de la machine à :

$$0,80 \times 0,83 = 0,664,$$

au lieu de 0,53 trouvé dans le cas précédemment cité.

Le rendement du compresseur Hanarté diminue au fur et à mesure qu'on élève la pression de l'air comprimé. Il diminue aussi et assez rapidement avec l'accroissement de la vitesse. Ainsi :

A 20 tours, le rapport		$\frac{\text{Travail résistant}}{\text{Travail moteur}} = 84,5$	p. 100
30	—	—	82,26 —
35	—	—	80,6 —

Ces compresseurs conviennent donc pour un travail régulier et sujet à peu de variations.

Turbo-compresseurs et turbo-machines en général.

Jusqu'à ces derniers temps, on n'obtenait pas, avec les ventilateurs centrifuges, des pressions ou des dépressions supérieures à 0^m,50 de colonne d'eau. Actuellement, en accouplant à une turbine à vapeur ou à un électromoteur un ventilateur convenablement construit, on peut obtenir dix fois plus avec une seule roue et *autant que l'on veut* avec plusieurs. Pareillement, on ne demandait naguère aux pompes centrifuges que d'élever l'eau à 12 ou 15 mètres de hauteur, et récemment un constructeur, M. Schabawer, de Castres (Tarn), a pu, à l'aide d'une seule roue, élever l'eau à plus de 100 mètres, et d'autres, avec plusieurs roues disposées en tension, sont parvenus à élever l'eau à des hauteurs quelconques (Sulzer, Mather Reynolds, Rateau, etc.) avec des rendements pratiques industriels.

Propriétés fondamentales et éléments de calcul pratiques. — Nous réunissons ce qui a trait aux ventilateurs, turbo-compresseurs, turbo-soufflantes et pompes centrifuges, en un mot aux *turbo-machines*, car il n'y a de différence entre elles que la densité du fluide qui les traverse.

Si on fait tourner la roue mobile d'une turbo-machine à une vitesse constante, la machine consommera un travail T_m sur arbre grâce auquel elle donnera un débit Q et une hauteur de pression H que nous estimerons en colonne même du fluide qui traverse

l'appareil. Ce débit et cette pression dépendent non seulement de la vitesse de la machine, mais encore des conditions dans lesquelles se présente le circuit extérieur où la pression H est utilisée. Si l'on modifie ce circuit extérieur, le débit et la pression varieront aussi. Le débit, par exemple, peut varier entre zéro et un certain maximum Q_m qui est obtenu lorsque l'appareil étant mis dans la situation que M. Rateau appelle en *court-circuit* par analogie avec l'électricité, la hauteur de pression H est nulle.

La figure 9 indique les courbes qu'on obtient par l'expérience sur une pompe donnée en portant en abscisse le débit Q de l'appareil et en ordonnée, soit la pression H donnée par la machine qui correspond à un certain débit Q (la vitesse de rotation restant toujours constante par hypothèse), soit la puissance T_m transmise à l'arbre, soit le rendement mécanique ρ de la machine, ce rendement étant le rapport entre le travail utile πQH qu'elle fournit par seconde et la puissance T_m transmise à l'arbre.

Ces courbes affectent des formes variables suivant le système de ventilateur ou de pompe, mais on reconnaît que :

La courbe des hauteurs de pression a une forme parabolique avec un sommet plus ou moins aplati ;

La courbe de la puissance transmise à l'arbre est assez voisine d'une droite qui s'élève à mesure que croît le débit ;

La courbe du rendement mécanique affecte toujours la forme d'une sorte de parabole passant par l'origine et par le point du débit limite, son sommet correspond au rendement maximum S^m de la machine.

M. Rateau a indiqué (*Traité des turbo-machines*, 1900; Dunod, éditeur) comment on peut construire, avec les courbes établies ainsi que nous venons de le dire, d'autres courbes *caractéristiques* de chaque type d'appareil, indépendantes de la vitesse de rotation et de la grandeur de la machine, en réduisant les débits, hauteurs et puissance transmise à l'arbre à des coefficients indépendants des unités de mesure. Il suffit, pour cela, de les diviser par des puissances appropriées de la vitesse périphérique u et du rayon r de la roue

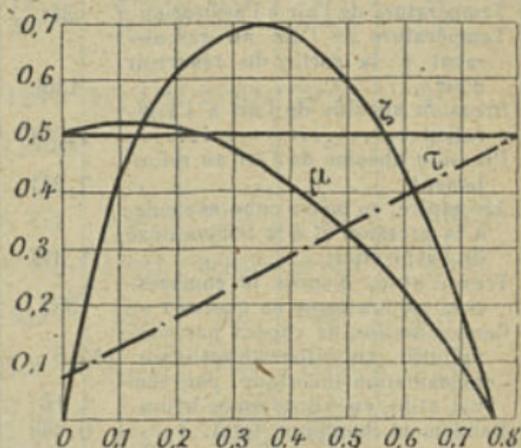


FIG. 9.

TURBO-COMPRES

DÉSIGNATION	Marche à haute pression			
Pression absolue de vapeur à l'entrée en kilogramme-centimètre-carré.....	10,286	9,913	8,8837	8,744
Consommation de vapeur mesurée, en kilogramme-heure.....	5,100	5,155	5,060	6,330
Vide au condenseur, en centimètre de mercure.....	69	69 1/2	69 1/2	69
Température ambiante.....	16°	15°	14°5	14°5
Température de l'air à l'aspiration.	34°	32°	31°5	30°5
Température de l'air au refoulement à la sortie du réservoir d'air.....	130°	133°	133°	133°
Pression absolue de l'air à l'aspiration.....	1,0187	1,0177	1,0167	1,0047
Pression absolue de l'air au refoulement.....	7,271	7,172	6,532	6,532
Air aspiré, en mètre cube-seconde, à la pression et à la température de l'aspiration.....	1,317	1,413	1,576	1,949
Travail utile, d'après la compression isothermique en chevaux...	352	375	398	489
Consommation de vapeur par cheval utile, en kilogramme-heure.	14,5	13,75	12,70	12,94
Consommation théorique par cheval utile, en kilogramme-heure.	4,16	4,17	4,165	4,02
Rendement thermique total.....	0,286	0,304	0,327	0,310

NOTA. — La consommation de vapeur du compresseur électrique a été faite
Les mesures des débits ont été faites à l'aide de tuyères calibrées

mobile. Ces divers coefficients sont définis et désignés par M. Rateau ainsi qu'il suit :

$$\begin{aligned} \text{Rendement mécanique.....} & \quad \eta = \frac{\omega QH}{T_m} \\ \text{Coefficient de débit.....} & \quad \delta = \frac{Q}{ur^2} \\ \text{— manométrique.....} & \quad \mu = \frac{gH}{u^2} \\ \text{— de la puissance transmise.....} & \quad \tau = \frac{gT_m}{u^3 r^2} = \frac{\mu \delta}{\rho} \end{aligned}$$

SEUR RATEAU				COMPRESSEUR A PISTONS à injection compound mû par machine à vapeur à cylindres jumelés			COMPRESSEUR à sec à pistons compound mû par moteur asynchrone
Marche à basse pression							
8,594	1,267	1,247	1,254	7,87	8,04	7,86	"
6,460	10,610	10,510	10,340	"	"	"	"
69	66	65	65,5	"	"	"	"
15°	21°	20°	19°	12°6	11°8	11°	14°5
29°5	32°5	33°	33°	"	"	"	"
142°	126°	126°	128°	21° 1/4	25°65	23°40	34°33
0,9962	1,0145	1,0173	1,0183	"	"	"	"
6,032	6,631	7,031	7 291	7,011	7,04	7,00	6,8829
2,298	1,544	1,377	1,256	1,237	0,936	0,634	0,198
550	393	362	336	327	248	168	51,6
11,74	27,0	29,0	30,8	21,26	19,54	16,07	15,03
3,98	9,64	9,61	9,62	9,11	8,94	8,79	"
0,340	0,357	0,332	0,314	0,428	0,457	0,546	"

en comptant 10^k,3 de vapeur par kilowatt-heure comprenant la perte en ligne.
pour les différents types de compresseurs avec formule de M. RATEAU.

Il résulte de la fixité des courbes caractéristiques, pour chaque type de machine, des lois qu'il importe de connaître pour tirer des pompes et des ventilateurs la meilleure utilisation, et entre autres celle-ci : *En marche normale, une pompe ou un ventilateur centrifuges donnent un débit proportionnel à la vitesse de rotation et une hauteur de pression proportionnelle au carré de cette vitesse de rotation; de sorte qu'en marche normale le débit est proportionnel à la racine carrée de la hauteur de pression.*

Quand on s'écarte de la marche normale de ces appareils, le rendement mécanique baisse.

M. Rateau démontre les avantages des turbo-compresseurs sur les compresseurs à piston et, par des diagrammes relevés sur chacun de ces types de machines, il fait apprécier les différences qui existent entre elles au point de vue de la constance de la pression. L'équivalence du rendement de ces deux sortes de compresseurs, constatée par M. Havelick dans ses essais sur deux appareils de même puissance, est due au refroidissement plus efficace de l'air dans le turbo-compresseur, qui permet de racheter le rendement moindre par une compression plus voisine de l'isothermique.

On possède aujourd'hui, grâce aux turbines à vapeur et aux électromoteurs, le moyen de produire des pressions de 5 à 6 mètres d'eau avec des turbo-ventilateurs prenant l'air à la pression atmosphérique, ainsi que des hauteurs d'élévation de 200 à 300 mètres avec des pompes centrifuges avec *une seule roue* et, si on associe 2, 3, 4 roues en tension, il n'y a pas de difficulté à obtenir des pressions d'air de 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e et 5^e kilogrammes par centimètre carré, ou des pressions d'eau de 500, 700, 1.000 mètres, etc.

Si les turbo-machines n'ont pas, en général, un rendement mécanique aussi élevé que celui des machines à piston, elles rachètent ce désavantage par des qualités précieuses : prix d'installation moins élevé, faible encombrement, fondations peu importantes, facilités de mise en marche et d'entretien, peu de chances d'avarie et, enfin, surveillance réduite au minimum. Une propriété intéressante des pompes centrifuges consiste en ce fait que la force motrice qu'elles réclament *quand elles ne débitent pas*, même sous la hauteur de charge normale, est une petite fraction de la force motrice qui correspond au débit normal. Dès lors, le couple au démarrage est faible, ce qui est précieux pour l'accouplement avec certains électromoteurs. Avec les pompes à piston, au contraire, le couple au démarrage est sensiblement le même que celui de la marche normale, à moins que l'on ne réduise temporairement la hauteur de refoulement par une soupape ou un robinet de décharge.

Aux avantages communs à toutes les turbo-machines, les pompes multicellulaires centrifuges joignent celui de la suppression du graissage, puisque les seuls organes où il y ait à verser de l'huile de temps en temps sont les deux paliers de la dynamo.

Des essais comparatifs d'un turbo-compresseur Rateau et d'autres compresseurs à piston de bonne construction ont été faits en 1911 aux mines de Nœux.

Nous en résumons les résultats dans le tableau pages 102 et 104. Il s'agit d'un turbo-compresseur Rateau actionné par une turbine Rateau mixte de 800 chevaux à 4.000 tours. Le compresseur est à quatre étages, en deux corps, et le débit de 20 mètres cubes d'air à 6 kilogrammes.

L'avantage du moindre encombrement est de première importance

pour les grandes installations d'air comprimé où on ne rencontre que des turbo-compresseurs associés à des turbines à vapeur. Nous citerons notamment un compresseur à piston des mines du Rand aspirant

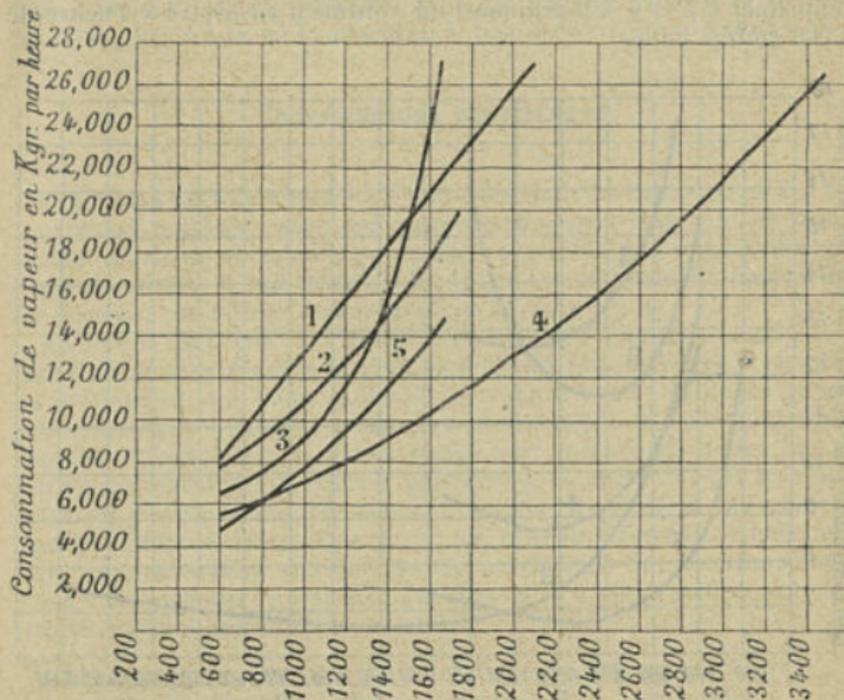


FIG. 10.

1. Turbine à basse pression 94 0/0 de vide.
2. Machine à piston échappement libre.
3. Machine à piston avec contre-pression due à la turbine.
4. Machine à piston 87 0/0 de vide.
5. Ensemble : machine et turbine 94 0/0 de vide.

Consommation de vapeur par heure pour une machine Corliss $\frac{712 \times 1.370}{1.120}$
 et une turbine à basse pression.

16.500 à 18.250 mètres cubes et comprimant à 6^{kg},8, qui occupe 1,8 × 17,9 = 145 mètres carrés, tandis que le nouveau turbo-compresseur de même puissance n'occupe que 2 × 8,5 = 17 mètres carrés.

Cette question de l'encombrement et des frais de construction qui

s'y rattachent devient primordiale dès qu'on en vient à établir ces colossales centrales d'air comprimé qui, comme celle du Rand, sont capables d'aspirer 400.000 mètres cubes à l'heure comprimés à 9 kilogrammes, ou comme la centrale du tunnel de l'Hudson susceptible de comprimer à 5 et 6 kilogrammes un volume d'air aspiré à l'heure de 84.000 mètres cubes.

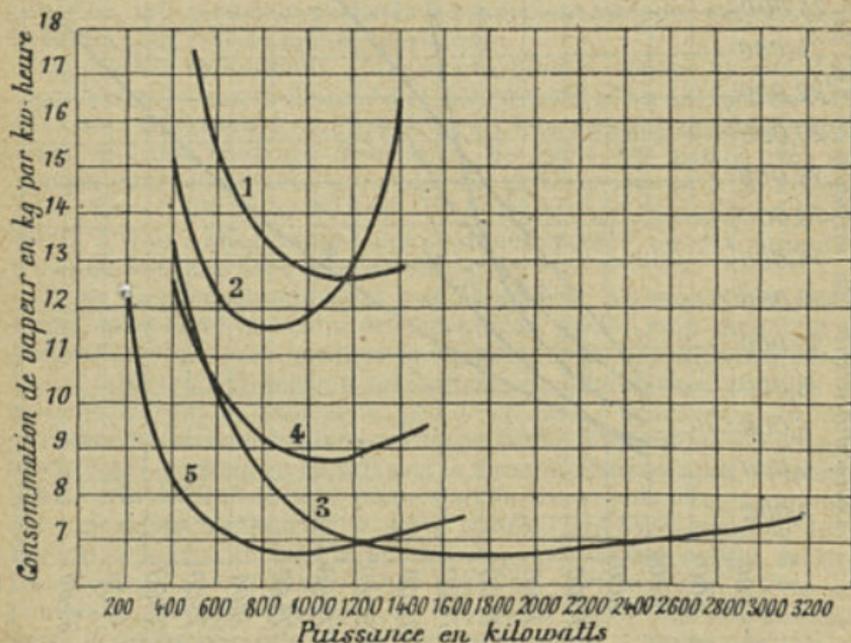


FIG. 11.

1. Machine à piston à échappement libre.
2. Machine à piston avec contre-pression.
3. Machine à piston à condensation 87 0/0 de vide.
4. Machine à piston et turbine combinées 94 0/0 de vide.
5. Machine à piston et turbine de 6.000 kilowatts.

La figure 10 fait connaître les détails du fonctionnement et de consommation de vapeur en kilogrammes par heure, tandis que la figure 11 donne les mêmes indications, mais la consommation y est ramenée au kilowatt-heure.

Les turbines à vapeur semblent économiques à partir de 1.000 chevaux. Leur principal avantage est de permettre un vide plus élevé que les machines à piston. Alors que dans celles-ci on peut difficile-

ment dépasser un vide de 85 0/0, on atteint couramment dans les turbines 90 à 95 0/0.

De là l'idée, mise en exécution par M. Rateau, de combiner la turbine à vapeur à basse pression avec la machine à pistons à haute pression, surtout là où la machine à pistons était préexistante.

Compresseurs centrifuges.

Grâce aux perfectionnements apportés dans la fabrication des métaux constituant les *rotors* des compresseurs centrifuges, il est actuellement possible d'augmenter considérablement la vitesse périphérique du mobile et par suite de diminuer le nombre et les dimensions des roues, c'est-à-dire l'encombrement de la machine.

En ce qui concerne la vitesse angulaire des appareils centrifuges, on sait que pour réduire le plus possible les pertes d'énergie résultant du frottement des joues latérales des roues contre le fluide gazeux comprimé, il y a intérêt à abaisser le diamètre des éléments rotatifs et à accroître en même temps leur nombre de tours par minute pour maintenir la vitesse périphérique constante. Cet accroissement de vitesse se trouve cependant limité par le débit de l'appareil: plus le volume à comprimer est grand, plus faible est la vitesse angulaire correspondant aux meilleures conditions de fonctionnement. Pour une pression de refoulement entre 6 et 8 kilogrammes, un constructeur donne les chiffres suivants :

Débit en mètres cubes aspirés par minute.	Nombre de tours par minute.
150 à 200.....	7.000 à 8.000
200 à 300.....	3.800 à 4.300
300 à 600.....	3.200 à 3.600
1.300.....	2.950

Ces vitesses sont aisément fournies par turbines à vapeur. Avec les moteurs électriques il est difficile de dépasser 2.500 tours avec du courant à 50 périodes.

La turbine à basse pression est la plus intéressante solution pour les sièges possédant des machines d'extraction à vapeur.

6° MACHINES D'EXHAURE

Pendant un fonçage et quand la venue d'eau est peu importante, on assure l'assèchement à l'aide des bennes qui servent à l'extraction des déblais.

Étant donnée la section du puits et son avancement à la journée, on peut en déduire facilement le nombre n de bennes de déblais à extraire par heure pour tenir le front de taille bien dégagé.

Si on désigne par x le nombre de mètres cubes d'eau (venue d'eau) par heure et si les bennes de terre sont de $1/2$ mètre cube, ce qui est un chiffre moyen, on doit faire face à une extraction de :

$$(n + 2x + m) \text{ cordées.}$$

Chaque cordée exige $1 + 1 = 2$ minutes pour les manœuvres.

En désignant par h la profondeur du puits et par v la vitesse moyenne des bennes, on a l'équation :

$$(n + 2x + m) \left(1 + 1 + \frac{2h}{60v} \right) = 60,$$

ce qui revient à dire qu'on a entre h et x une relation représentée par une hyperbole équilatère, les autres conditions étant déterminées.

Pratiquement, on peut, jusqu'à une profondeur de 100 mètres, faire face à une venue d'eau de 5 à 6 mètres cubes par heure sans gêner l'extraction des déblais. Il faut naturellement avoir, au-dessus du niveau de fonçage, un plancher volant sur lequel on place le dispositif nécessaire pour tenir le chantier constamment asséché. Ce sont les pompes portatives électriques qui sont à recommander si l'installation comporte une distribution d'énergie, sinon il faut employer des pompes à vapeur qui rendent l'atmosphère pénible à supporter.

Classification des moteurs pour pompes.

A) Moteurs indépendants de la pompe placés au jour :

sans rotation...	{	hydrauliques.	à colonne d'eau et action directe
		à vapeur.....	
avec rotation...	{	hydrauliques.	roues, turbines
		à vapeur.....	{ à un cylindre compound

B) Moteurs accolés à la pompe placés au fond

à vapeur.	{	sans rotation.	sans volant
		avec rotation.	

hydrauliques... { à colonne d'eau
 { à haute pression et transmission hydraulique
 (pompes Kaselowsky), Hamiel et Lueg, etc.
 électriques.

Les pompes d'épuisement sont actionnées par une machine placée *au jour ou au fond*.

La machine placée au jour actionne la pompe par l'intermédiaire d'un long et pesant attirail (*maitresse-tige*), et l'épuisement s'effectue en *un seul jet ou en répétitions*. Dans ce dernier cas, la hauteur de refoulement est fractionnée en plusieurs travées (de 50 à 100 mètres); à la base de chacune d'elles se trouve, non plus comme autrefois, une bêche et un corps de pompe, mais simplement un prolongement de 2 à 3 mètres de la colonne (*redoublement de colonne*) à côté du corps de pompe desservant le relais.

Le système de la *maitresse-tige* tend de plus en plus à disparaître; il est encombrant et sujet, par suite de la multiplicité des pompes à de fréquents dérangements.

Les pompes sont : à *mouvement alternatif* (aspirantes et soulevantes, à piston creux ou à piston plein, à simple ou à double effet; foulante verticale à simple effet et à piston plongeur; foulante horizontale à double effet; différentielles, etc.) ou à *mouvement rotatif*.

Il importe de connaître le rendement des pompes, c'est-à-dire le rapport du travail utile en eau élevée à celui que l'arbre de l'appareil reçoit du moteur. Il s'élève à 0,85 et parfois 0,90 avec les meilleures pompes. Le rendement global sera le produit du rendement des pompes par le rendement du moteur et par le rendement de la transmission (hydraulique, à air comprimé ou électrique), si on en fait usage.

Machine d'épuisement à maitresse-tige.

On démontre que la puissance dynamique de la combustion du charbon limite à 857 mètres la profondeur à laquelle on peut aller prendre l'eau nécessaire à la condensation et encore ce chiffre doit-il être sensiblement réduit lorsque le moteur est placé au fond. Cette limite est heureusement supérieure à la profondeur de la plupart des houillères.

Les condenseurs, naturellement indiqués pour les moteurs d'épuisement, sont, en général, actionnés directement par les machines elles-mêmes. Dans les moteurs souterrains, on utilise le condenseur pour aspirer l'eau du puisard et la déverser à un niveau supérieur.

Les principaux types de moteurs sont:

Moteurs à simple effet (la vapeur n'est employée qu'à soulever la maitresse-tige et tout l'attirail);

A *traction directe* et installée immédiatement sur le puits (la vapeur agit sous le piston);

A *balancier* (la vapeur pèse sur le piston) supérieur ou inférieur; à bras égaux ou bras inégaux.

Dans un tel moteur, la *détente* est naturellement indiquée, et elle fonctionnera dans des conditions de plus en plus favorables, à mesure qu'augmentera la profondeur.

Dans les appareils ordinaires, la détente étant réglée une fois pour toutes, Davey a imaginé de la faire régler par la machine elle-même à l'aide de la *distribution différentielle* qui porte son nom. Cet appareil, si la machine s'emporte, en raison d'un défaut d'équilibre entre sa puissance et les résistances à vaincre, ferme plus tôt l'admission, allonge la détente et ramène tout dans l'ordre.

L'introduction du système compound a permis de diminuer la contre-pression au petit cylindre, dès le début, par suite de la détente de la vapeur dans le grand cylindre avec lequel il communique; en sorte que, pendant la période d'admission au petit cylindre, l'effort moteur, fourni par le piston de ce petit cylindre, va en croissant, tandis qu'il décroît au grand cylindre; il s'établit ainsi une compensation qui diminue les écarts de puissance aux deux extrémités de la course.

On arrive, par là, à diminuer de moitié les masses de l'attirail. On établit de préférence les cylindres au-dessus l'un de l'autre et l'on adapte des soupapes d'équilibre qui permettent de laisser la maîtresse-tige descendre librement; la fermeture de ces soupapes, un peu avant la fin de la course, agit comme amortisseur de vitesse. Malgré ces perfectionnements, ces appareils encombrants et coûteux tendent à disparaître.

M. Bochkoltz a imaginé, en 1861, d'adjoindre sous le nom de *régénérateur de force* un contrepoids spécial qui a pour effet de ralentir progressivement le mouvement de descente vers la fin, en même temps qu'il l'accélère au début sans avoir recours à l'étranglement de la vapeur.

C'est un contrepoids que l'on place à l'extrémité d'un bras de levier, placé à angle droit sur le milieu du balancier disposé, autrefois, pour équilibrer le système.

M. Rossigneux assujettit le balancier non plus à tourner, mais à *rouler* suivant une courbe d'appui déterminée par les conditions de fonctionnement, ce qui réduit naturellement les résistances passives. On a imaginé dans le même but des régénérateurs hydrauliques ou pneumatiques (Haniel et Lueg, Guary, etc.).

Calcul d'une machine d'épuisement. — Désignant par :

P_t , le poids libre de la maîtresse tige

$$(P_t = P_c + P_a + P_r + P_e);$$

P_c , le poids moyen de la colonne d'eau à refouler;

- P_s , le poids moyen de la colonne d'eau de la pompe aspirante et soulevante ;
 P' , le poids des colonnes d'eau aspirées par les jeux foulants ;
 P'' , le poids qui mesure l'influence de toutes les résistances passives et des frottements de toute espèce qui se produisent pendant la levée de la maîtresse-tige dans la machine motrice et dans les pompes ;
 M , le poids total des masses en mouvement (maîtresse-tige, pistons, contrepoids, colonnes d'eau aspirées, etc.) ;
 E , l'effort à développer pour la levée de la maîtresse-tige ;
 $g = 9,8$;
 V = la vitesse de la maîtresse-tige, en mètres par seconde ;
 L = la course totale du piston à vapeur et des pompes ;
 l = la fraction de la course pendant laquelle se fait l'admission de vapeur ;
 S = la surface du piston à vapeur en centimètres carrés ;
 K , la pression normale de la vapeur dans le cylindre pendant l'admission pleine, en kilogrammes par centimètre carré ;
 K' , la contre-pression dans le condenseur, en kilogrammes par centimètre carré,

on aura les formules suivantes, qui permettent de calculer tous les éléments d'une machine d'épuisement à *traction directe* ou à *balancier à bras égaux* :

Le poids libre de la maîtresse-tige P_t ,

$$P_t = 1,125P_s \text{ à } 1,200P_s ;$$

l'effort E à développer pour la levée de la tige,

$$E = P_t + P_s + P'_s + P'_r ;$$

le travail brut T à fournir par la vapeur,

$$T = [P_t + P_s + P'_s + P'_r] V \text{ kilogrammètres ;}$$

la force en chevaux F à donner à la machine motrice,

$$F = 1,25 \frac{[P_t + P_s + P'_s + P'_r] V}{75} ,$$

formule qui permettra de calculer les dimensions à donner à la machine.

La vitesse de la maîtresse-tige V_t , au moment où cesse l'admission de la vapeur, c'est-à-dire lorsque le piston a parcouru la course l , est donnée par la formule :

$$V_t = \sqrt{2 \frac{[S(K - K') - E]l}{M}} g_e .$$

Cette vitesse ne doit pas dépasser 1^m,50, ce qui limite la détente admissible avec un poids donné d'attirail.

Cette formule établit la liaison qui existe entre le poids M des masses en mouvement et la détente admissible dans les machines d'épuisement.

Lorsqu'on établira une machine d'épuisement, on devra calculer la machine dans l'hypothèse qu'elle devra marcher à petite vitesse et pendant un nombre limité d'heures par jour, huit heures par exemple, et on aura, pour faire face aux accroissements ultérieurs de l'entretien d'eau, la possibilité d'augmenter la vitesse et la durée du fonctionnement.

Diamètre à donner aux pompes. — Le diamètre varie beaucoup avec les circonstances ; les plus généralement adoptés sont compris entre 0^m,10 et 1 mètre.

On pourra calculer ce diamètre au moyen des formules :

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{mV}} \text{ pour pompe à double effet,}$$

et

$$D = 1,59 \sqrt{\frac{Q}{mV}} \text{ pour pompe à simple effet,}$$

formules dans lesquelles :

D exprime le diamètre du piston ;

Q , la quantité d'eau à élever par seconde en mètres cubes ;

V , la vitesse moyenne qu'on veut donner au piston, en mètres par seconde ;

m , le rendement de la pompe, c'est-à-dire le rapport de l'eau réellement élevée en un temps donné au volume effectivement engendré par le piston pendant ce même temps.

On trouvera dans le tableau suivant le volume correspondant aux diamètres les plus usités, par mètre courant de course :

Diamètre du piston. m.	Volume engendré par mètre de course. mètres cubes.	Diamètre du piston. m.	Volume engendré par mètre de course. mètres cubes.
0,10	0,0078	0,60	0,2827
0,15	6,0176	0,65	0,3318
0,20	0,0314	0,70	0,3848
0,25	0,0490	0,75	0,4417
0,30	0,0700	0,80	0,5026
0,35	0,0962	0,85	0,5674
0,40	0,1256	0,90	0,6361
0,45	0,1590	0,95	0,7088
0,50	0,1963	1,00	0,7854
0,55	0,2375		

Course à donner aux pompes. — La course du piston est comprise entre :

1^m,30 et 2^m,50 pour les tiges mues par un mouvement de manivelle ;
3 et 4 mètres pour les plus grands appareils à traction directe.

Machines d'épuisement attelées directement aux pompes.

Ces machines ont supplanté les machines à maîtresse-tige placées au jour.

Les machines attelées, sans aucun intermédiaire, aux pompes, sont placées au fond des travaux souterrains.

Leur principal avantage est de pouvoir marcher à allure rapide du moment que l'on n'est plus embarrassé par le mouvement de masses mobiles considérables. Ce système supprime les relais. Son principal inconvénient réside dans les pertes résultant de la longueur des conduites de transmission de la force, inconvénient quasi supprimé par l'emploi d'électromoteurs.

Le faible rendement des transmissions de force par l'air comprimé ne permet pas de les utiliser pour des débits et des hauteurs élevés.

Pour de petits épuisements, on a recours parfois à des pompes centrifuges mues par un petit moteur à pétrole.

Les moteurs d'épuisement à commande directe peuvent être :

A action directe et sans volant ;

A volant et à mouvement continu.

Pompes sans volant (Blake, Merryweather, Tangye, etc.). — Les pistons plongeurs sont montés directement sur la tige du piston à vapeur ; la distribution est attaquée par le piston lui-même aux extrémités de sa course ; la machine marche nécessairement sans détente, ce qui est une condition antiéconomique, et quelques-uns de ces appareils consomment jusqu'à 30 kilogrammes de vapeur par cheval-heure ; mais ils sont très simples.

L'eau traverse une sorte de condenseur, qui se vide à l'aide d'éjecteurs tels que ceux de Cherry, Holman, Mac-Carter, Morton, etc.

Dans la pompe Merryweather, le piston agit sur la distribution d'un petit cylindre auxiliaire dont le piston actionne à son tour le tiroir du grand cylindre.

Dans la pompe Tangye, au lieu de heurtoirs, le tiroir est manœuvré à l'aide de pistons latéraux qui le maintiennent soit à droite, soit à gauche.

La pompe Davey, à traction directe, est d'une complète docilité ; elle est munie de la distribution différentielle à cataracte, introduite par son inventeur dans les machines à maîtresse-tige à simple effet.

Les pompes *duplex* (Worthington, Tangye, etc.) ont deux moteurs

accouplés, à connexion directe, placés côte à côte sur le même bâti, chacun d'eux commandant le tiroir de distribution de l'autre.

Les pompes Worthington à détente ont un rendement supérieur. La détente s'obtient à l'aide de valves établies sur les conduites d'admission (compensateur Worthington) actionnées par le moteur et commandant la distribution.

Ces pompes sont d'ordinaire à deux cylindres compound pour chacun des moteurs jumeaux.

Pompes à volant. — Elles sont actionnées par des moteurs à double effet et à mouvement continu qui marchent à allure rapide (25 à 60 coups doubles par minute). Les moteurs sont à un seul cylindre ou à deux cylindres dont les manivelles sont calées à 90° sur l'arbre du volant ; chaque piston à vapeur actionne alors un groupe de deux pompes à simple effet. Grâce au volant, on peut recourir à l'emploi de la détente et aboutir à un rendement supérieur à celui des pompes à action directe. De plus, l'emploi du système compound est indiqué en raison de la grande puissance de ces moteurs, de la continuité de leur marche et de l'adoption de condenseurs ; on a même poussé l'application de la détente multiple en créant des machines à triple expansion (puits Nothberg à Eschweiler).

Machines d'épuisement à colonne d'eau

Dans les premières machines de ce système, munies d'une distribution particulière, la pression du liquide moteur était très limitée ; à l'heure actuelle, on utilise des pressions artificiellement obtenues par l'emploi de presses hydrauliques placées au jour et d'accumulateurs de réglage.

La *pompe Roux* est formée de deux pompes à double effet qui sont en communication avec un même réservoir d'air. Elle est assez élastique pour que son allure passe de 3 à 50 coups doubles par minute, et sa distribution ne comporte que des renvois de pression à travers des orifices démasqués au moment voulu, sans aucune connexion solide.

Dans le type plus moderne, la pression artificielle de l'eau motrice monte jusqu'à 200 et 300 atmosphères, et on réalise alors pour la canalisation hydraulique, faite en tuyaux très résistants sans soudure, un rendement de 0,90 et 0,95 avec une vitesse d'eau dans la conduite de 5 mètres par seconde.

Pompe Kaselowsky. — Les pompes de compression du jour sont à double effet à deux corps de pompe accolés en tandem. Le moteur à vapeur est du type compound et fonctionne à une pression d'admission élevée (8 à 10 atmosphères). Les moteurs hydrauliques du fond

marchent à la vitesse de 15 à 20 coups doubles par minute, tandis que le moteur du jour, à vapeur, fait de 50 à 70 tours par minute.

Afin de régulariser les pressions dans la conduite et d'éviter les coups de bélier, on interpose trois appareils Protte à air comprimé : l'un à la sortie des pompes du jour et les deux autres respectivement à la sortie des cylindres moteurs et à la base de la colonne de refoulement.

Une de ces pompes fonctionne au puits Ferouillat (houillères de Montrambert); elle sort des ateliers Biatrix, Leflaive et C^{ie}, de Saint-Étienne.

La pompe à colonne d'eau *Haniel et Lueg* repose sur le même principe que la précédente.

On a fait mouvoir des pompes centrifuges par des turbines hydrauliques alimentées par de l'eau à haute pression.

Le liquide qui en sort est refoulé par la pompe centrifuge en même temps que les eaux de mine.

Ces moteurs hydrauliques, à colonne d'eau, fonctionnent à toute profondeur au prix d'une très légère perte de charge quand la pression de l'eau motrice est élevée. La lenteur de leur mouvement, l'absence de pièces tournantes et par conséquent de paliers à graisser n'entraîne aucune surveillance; leur rendement (rapport du travail utile en eau élevée au travail indiqué dans les cylindres de la machine à vapeur du jour) atteint 0,70 à 0,75.

Aux profondeurs de 600 mètres où, à cause de la chaleur ambiante la condensation de la vapeur devient presque impossible, les machines à colonne d'eau ne peuvent être avantageusement concurrencées que par les pompes mues électriquement. Cependant les pompes électriques ont un fonctionnement moins économique que celles-ci. Si on a pu, dans certains cas, avec des pompes à plongeurs de construction très soignée, atteindre un rendement global voisin de 0,70, on doit considérer que 0,60 est plutôt le coefficient de rendement habituel des pompes mues électriquement.

Machines d'épuisement électromotrices.

L'adoption des électromoteurs était naturellement indiquée; il s'agissait simplement d'adapter l'allure des pompes à la rotation rapide des électromoteurs. Cette adaptation a été réalisée de diverses façons : par l'interposition de courroies ou d'engrenages de transmission; par l'emploi de pompes express et finalement, avec un succès qui va sans cesse croissant, de *pompes centrifuges multicellulaires* qui s'accoutument des vitesses les plus élevées.

La transmission de force dans les puits se trouve réduite à un simple câble.

Les pompes à plongeur fournissent le meilleur rendement; mais ce sont les pompes centrifuges multicellulaires qui ont le plus de vogue.

Nous devons spécialement mentionner les pompes centrifuges Rateau à *axe vertical* pour épuisement des puits en fonçage et qui font partie d'un attirail suspendu au câble (jeu volant par opposition aux jeux posés des relais).

7° MACHINES DE TRACTION

La traction mécanique souterraine se fait :

1° en palier ou sur faible pente :

A) par locomotives (moteur ambulant)	}	à vapeur	{ ordinaires sans foyer
		à air comprimé	
		électriques	{ à trolley à accumulateurs
à hydrocarbures volatils			
B) par machines fixes	}	Mode alternatif discontinu : tail-ropé system (câble tête et câble queue);	
		Mode uniforme continu : câble traînant ou chaîne traînante; câble flottant ou chaîne flottante.	

2° en rampe ou sur forte pente :

automatiquement; plans inclinés automoteurs; plans bisautomoteurs.

La traction aérienne se fait suivant des modes très divers qui se rattachent à un des systèmes suivants :

Systèmes funiculaires	}	câble unique	{ exclusivement porteur porteur et tracteur
		câble porteur et câble tracteur	
		câble porteur et chariot automobile	
Système de voies ferrées aériennes	}	sans moteur mécanique	
		avec câble tracteur	
		avec chariot automobile	

Locomotives. — Les locomotives à vapeur à foyer ordinaire ont de si nombreux inconvénients qu'on en fait peu usage pour la traction souterraine.

On a tenté (Hayange) de laver la fumée dans une bache à eau, mais cet artifice n'élimine pas l'inconvénient des dégagements d'oxyde de carbone.

On a eu recours à divers types de locomotives *sans foyer* (machines à eau chaude, à provision de vapeur, etc.), et de préférence aux locomotives à air comprimé. Celles-ci ne peuvent fournir qu'un parcours limité à la provision de fluide moteur emmagasinée et chargée

CYLINDRES		diamètre des roues	pression d'admission	écartement des essieux	poids approximatif	diamètre des réservoirs à air	volume total des deux réservoirs	pression dans les réservoirs	ENCOMBREMENT			effort de traction
dia- mètre	course								hauteur	largeur	longr.	
millim.	millim.	millim.	kilogr.	mètres	kilogr.	millim.	m.cubes	kilogr.	mètres	mètres	mètres	kilogr.
425	250	550	10	1,200	4,500	650	2,000	60	1,325	1,450	3,600	600
438	250	600	10	1,200	5,000	650	2,200	60	1,375	1,450	4,000	675
150	250	600	10	1,275	6,300	700	2,200	60	1,450	1,550	4,200	800
150	300	600	10	1,350	7,900	750	3,500	60	1,500	1,650	4,500	950
475	300	600	10	1,350	8,100	750	3,500	60	1,500	1,650	4,500	1,300
200.	300	600	10	1,500	10,000	800	4,300	60	1,550	1,750	4,800	1,700
200	350	650	10	1,575	10,500	800	4,600	60	1,600	1,750	5,100	1,850
225	350	650	10	1,575	12,000	850	5,000	60	1,650	1,875	5,250	2,350
250	350	700	10	1,650	15,000	900	6,500	60	1,750	1,975	5,700	2,700
275	350	700	10	1,650	16,500	950	7,500	60	1,800	2,100	6,000	3,250
300	400	750	10	1,800	20,000	1,000	8,500	60	1,900	2,200	6,150	4,100

sur la machine ou dans des réservoirs auxiliaires montés sur trucs et remorqués par la locomotive à la manière d'un tender. Le système Mékarski, avec deux cylindres compound, permet de réaliser une détente à peu près complète ; le détendeur de pression de cette machine règle l'admission d'air comprimé jusqu'à 15 atmosphères. Dans ces conditions, et en raison du surchauffage et de la saturation de la vapeur, l'air comprimé peut fournir un travail supérieur au travail isotherme théorique.

La détente n'étant jamais complète, il faut compter sur la consommation d'un kilogramme d'air environ par tonne kilométrique utile. et on doit calculer la capacité à donner aux réservoirs de la locomotive sur cette base pour un parcours et une charge déterminés.

Les locomotives à air comprimé sont très employées aux États-Unis : le tableau de la page 100 fait connaître des données instructives pour l'emploi de ce mode de traction.

Un bon type de roulage par locomotives à air comprimé devrait comprendre l'installation des compresseurs, de la conduite d'air comprimé et des locomotives. Les compresseurs fourniraient de l'air comprimé à 100 atmosphères par exemple. La conduite d'air comprimé composée en tubes d'acier sans soudure, présenterait un diamètre intérieur de 375 millimètres ; au fond, cinq réservoirs à air comprimé de 500 millimètres de diamètre et 5 mètres de longueur formeraient régulateur de pression pour le chargement des locomotives. Dans les nouvelles installations, on a porté le diamètre de la conduite d'air comprimé à 75 millimètres et on a supprimé les réservoirs.

La figure 12 montre la disposition et les dimensions principales d'une bonne locomotive normale.

La quantité d'air nécessaire pour l'alimentation des cylindres est donnée par un réservoir de 1^m2,5. Une soupape de réduction réduit la pression de l'air au-dessous de 10 kilogrammes. Un réservoir de 100 litres reçoit l'air détendu avant son arrivée aux cylindres. Les dimensions et données principales de cette locomotive sont les suivantes :

Diamètre des cylindres : 125 millimètres ; contenance du réservoir principal : 1.664 litres.

Course des pistons : 250 millimètres ; poids à vide : 5.400 kilogrammes ;

Diamètre des roues : 500 millimètres ; poids en service : 5.650 kilogrammes ;

Pression dans le réservoir principal : 50 atmosphères ; largeur de voie : 520 millimètres.

Pression dans le réservoir secondaire : 10 atmosphères.

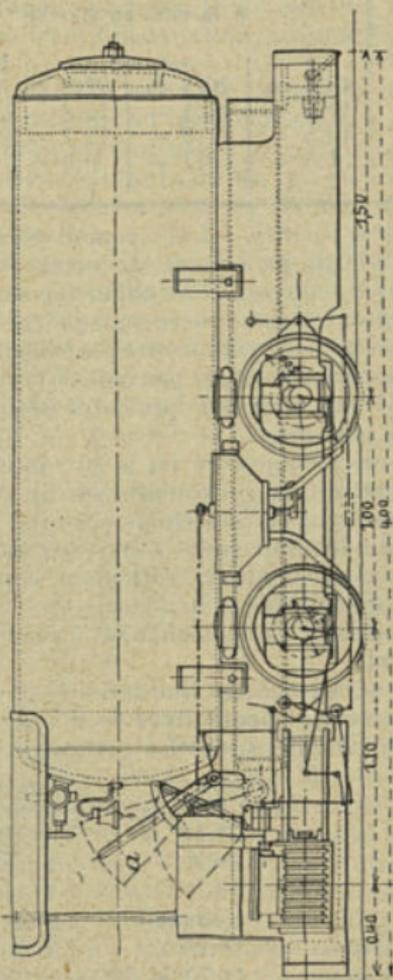
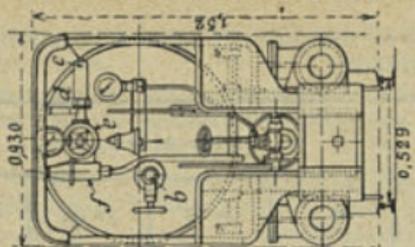


Fig. 12.

Modèle de locomotive à air comprimé.

Diamètre du cylindre.....	125 mm.	Contenance du réservoir principal.....	1.664 l.
Course du piston.....	250 —	Poids à vide de la locomotive.....	5.400 kg.
Diamètre de la roue.....	500 —	Poids en service.....	5.650 —
Pression dans le réservoir principal.....	50 —	Largeur de la voie.....	520 mm.
Pression dans le réservoir de travail.....	10 —		

Cette locomotive peut, avec une vitesse de 9 à 12 kilomètres à l'heure, fournir le travail suivant :

ADMISSION dans les cylindres 0/0	EFFORT de traction en kg.	PUISSANCES POUR V =			
		2 ^m ,5	2 ^m ,77	3 ^m ,05	3 ^m ,33
		A la mise en marche.			
75	780	18,4 ^a ch.	20,4 ^a ch.	22,5 ^a ch.	24,5 ^a ch.
60	547	12,2 —	14,4 —	15,8 —	17,3 —
42	390	10,5 —	11,6 —	12,7 —	14,0 —
33	312	7,8 —	8,7 —	9,6 —	10,5 —
25	235				

A. *Locomotives à hydrocarbures volatils.* — Les locomotives à moteurs alimentés d'hydrocarbures volatils présentent de nombreux avantages : leur échappement laisse seulement une odeur incommode, mais ne vicie pas sensiblement l'atmosphère puisque la quantité d'acide carbonique qu'elles produisent a été trouvée inférieure à celle que fournit la respiration d'un cheval. Elles peuvent, à la différence des machines à air comprimé, emporter une provision d'énergie suffisante pour effectuer un long parcours.

La disposition générale de ces locomotives est la suivante :

Un moteur à explosion à quatre temps est monté sur un châssis en fer forgé reposant sur les essieux au moyen de ressorts. Dans les moteurs Deutz, la transmission de mouvement se fait par engrenages et chaînes avec manchon d'accouplement par frottement, écrou et ressort. Dans certains types de locomotives, il n'y a pas de chaîne de transmission, mais des engrenages avec manchon d'accouplement par frottement, écrou et ressort.

La plupart des locomotives en service ont une force de 12 chevaux. Récemment on a mis en service des locomotives de 10 chevaux. Les dimensions générales de ces locomotives sont les suivantes :

	Locomotive de 12 chevaux	Locomotive de 16 chevaux
Longueur	3 ^m ,50	3 ^m ,80
Largeur	0 ^m ,90	1 mètre
Hauteur (sans toiture).....	1 ^m ,50	1 ^m ,60
Poids.....	5 tonnes	6 tonnes
Vitesse maxima par seconde, 1 ^{re} vitesse...	1 ^m ,70	1 ^m ,70
— — — 2 ^e vitesse....	1 ^m ,70 et 2 ^m ,50	1 ^m ,70 et 2 ^m ,50

Les locomotives de ce système sont munies de dispositifs de sécurité contre le grisou.

Si l'on compare les locomotives à combustion interne aux autres modes de traction mécanique, l'avantage est à la machine à combustion interne.

Cette dernière l'emporte sur les autres locomotives électriques, à air comprimé ou à eau chaude — parce qu'elle n'exige pas de station centrale ni de station de rechargement qui multiplient la main-d'œuvre ; elle est indépendante et toujours prête à être mise en marche ; elle l'emporte sur les moteurs fixes à chaîne ou à câble par sa plus grande souplesse. Elle a souvent l'avantage de réduire au minimum les frais d'installation, puisque la seule dépense consiste dans l'achat de la locomotive.

On leur reproche de vicier l'atmosphère des mines ; avec l'alcool et surtout la benzine cet inconvénient est bien minime.

Mais on fait surtout usage de la traction électrique par locomotives à trolley (avec courant continu qui permet de n'employer qu'un fil en l'air et d'effectuer le retour du courant par un des rails *continu* ou à accumulateurs.

B. Locomotives électriques à trolley. — 1. Les diverses locomotives électriques à courant continu et à trolley, fournies par les divers constructeurs, ne sont pas essentiellement différentes. Elles comprennent deux moteurs reposant, d'un côté sur un palier disposé sur l'essieu, de l'autre côté sur le châssis au moyen de ressorts, les moteurs attaquant directement l'essieu. Pour la conduite du moteur, on emploie un contrôleur du type de ceux employés dans les tramways.

Pour les vitesses normales, les deux moteurs sont montés en parallèle. Par un montage en série, le nombre des tours du moteur et, par suite, la vitesse de la locomotive est réduite de moitié. Comme généralement le fil d'adduction de l'électricité est à une hauteur accessible, la tension est de 220 volts. De chaque point de la voie il est possible de transmettre des signaux à la station électrique alimentant le service de traction.

2. Les locomotives à courant électrique monophasé prennent le courant sur une phase d'un courant triphasé de 1.000 à 5.000 volts, établi dans la galerie servant à la traction. Entre l'aller et le retour de ce courant sont placés, à des distances de 400 à 500 mètres, des transformateurs dont les pôles secondaires sont reliés, d'un côté à la canalisation aérienne, d'un autre côté aux rails. Dans ces transformations, le courant à haute tension est transformé en courant à 250 volts. La locomotive à courant monophasé ne se différencie de la locomotive à courant continu que par l'agencement électrique.

C. Locomotives à accumulateurs électriques. — Les locomotives à accumulateurs électriques sont pourvues d'accumulateurs transportables.

elles ne se distinguent pas des locomotives à trolley au point de vue de la disposition des moteurs et de la transmission de l'effort sur les essieux ; chaque locomotive dispose d'au moins deux batteries : une batterie en service, l'autre en chargement. Les dimensions de plusieurs de ces locomotives en service sont les suivantes :

FORCE en chevaux	CAPACITÉ DE LA BATTERIE	DIMENSIONS DE LA LOCOMOTIVE avec sa batterie en m/m		
		Longueur	Largeur	Hauteur
8	80 éléments.....	2.740	930	1.500
	30 ampères-heures.....			
16	81 éléments.....	3.990	950	1.500
	74 ampères-heures.....			
20	90 éléments.....	3.990	1.060	1.500
	74 ampères-heures.....			

Le chargement des batteries a lieu sur une table de chargement disposée dans les galeries ou dans une chambre spéciale voisine de la source du courant.

III. — L'OUTILLAGE

OUTILS POUR L'ABATAGE

Les divers modes d'abatage sont :

L'abatage à la pioche (seule ou avec coin)

- au pic (seul ou avec coin);
- à la pointerolle;
- par le feu;
- par l'eau;
- par les explosifs;
- mécanique.

Abatage à la pioche. — Il est employé pour les terrains éboulés de dureté n° 5. Les outils sont : la *pioche*, les *coins en bois* et la *pelle*.

Cette méthode est surtout employée à ciel ouvert. On divise la hauteur à enlever en plusieurs gradins de 2 mètres au plus. On fait, à la base de chaque gradin, un sous-havage d'une profondeur de 0^m,40 à 0^m,50. A la partie supérieure du gradin, on enfonce des coins à intervalles de 1 ou 2 mètres.

Abatage au pic. — Il est employé pour les roches tendres n° 4. Les outils sont : le *pic* en fer à pointe acérée ou en acier ; les pointes sont d'autant plus obtuses que les roches sont plus dures. Certains pics ont les pointes mobiles. La *rivelaine* sert à pénétrer entre deux couches de charbon pour creuser des rainures profondes. Valeur des pics :

En acier.....	1,50 le kilogramme
En fer forgé.....	0,60 —

Les *coins* en fer : pour les roches plus dures que la houille ordinaire, les simples coins ne suffisent pas. On emploie alors des coins multiples qui se composent de deux coins renversés, ou *aiguilles*, plus larges en bas qu'en haut, entre lesquels on enfonce un troisième coin direct très effilé et en acier. Les coins doivent être disposés pour agir plus sur le fond du trou qu'à l'entrée. Pour cela, l'angle du coin direct doit être plus aigu que l'angle des deux aiguilles entre lesquelles il est compris.

Un appareil plus récent, employé dans les mines du bassin de Liège, est le *brise-roche*. C'est un coin terminé par une longue tige portant un poids de 45 kilogrammes environ qu'on peut faire glisser le long

de la tige pour le faire buter. Cet appareil est surtout employé pour les trous horizontaux.

L'abatage au pic est surtout employé pour les charbons où on doit obtenir des morceaux aussi gros que possible. Dans une galerie, on fait un sous-havage, à la base, de 0^m,80 à 1^m,50 de profondeur et ayant 0^m,30 de hauteur, au plus, à l'entrée. On soutient le front de taille par des butoirs. On pratique ensuite des rouillures sur les côtés du front, et on enfonce des coins au ciel de la galerie.

Quand la hauteur du chantier est trop considérable, on la fractionne en gradins. On emploie soit les gradins droits, soit les gradins renversés.

Pic Hauhinco

On commence à faire usage du pic à air comprimé : petit marteau piqueur, muni d'un manche. Pour le mécanisme, nous prions de se reporter à ce que nous décrivons à propos des marteaux-piqueurs.

La seule particularité à noter est une soupape *h* (fig. 13) dont la tige tombe dans une encoche *u*, dès que l'outil est libre, le piston se plaçant alors à

fond de course. La soupape ferme ainsi l'admission. Aussitôt que l'outil heurte le charbon, il est repoussé et ouvre la soupape *h*. La mise en marche et l'arrêt du marteau se font donc automatiquement.

Poids : 6 kilogrammes, sans l'outil.

L'emploi de ces pics à air comprimé comporte, dans le manche, les conduits d'admission et d'échappement, mis ainsi à l'abri des poussières.

La distribution est faite par une bille *f'* entre les canaux d'admission *gi*, l'échappement se faisant par les orifices *s*, *t*.

L'emploi du pic à air comprimé est particulièrement indiqué dans les charbons durs qui éclatent bien. Ses avantages sont :

Diminution du danger des coups de grisou et de poussières ;

Pas d'interruption de travail pour les tirs, ni de gêne occasionnée par la fumée de la poudre ;

Les épontes étant moins ébranlées, on économise une partie du boisage.

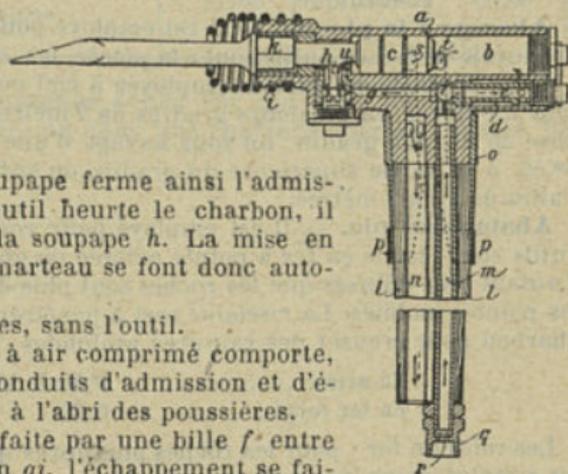


FIG. 13.

Coupe
du pic Hauhinco.

Réduction du nombre des accidents par chutes de bloc ;
 Plus de perte de charbon projeté dans les remblais par les tirs ;
 Augmentation de la proportion de gros et de la propreté des charbons ;

Suppression de la dépense d'explosifs ;

Augmentation du rendement du piqueur.

Mieux en main que le marteau-piqueur ordinaire, il permet un plus grand effort de levier.

Abatage à la pointerolle. — Les outils employés sont : *pointerolle, massettes.*

Abatage par le feu. — Les anciens ne disposaient guère que de ce moyen pour attaquer les roches dures quartzzeuses. Il consiste à chauffer avec un feu de bois aussi fortement que possible le front de taille, puis à y projeter de l'eau froide. La contraction subite provoque l'émiettement du quartz (quartz « étonné ») qu'on peut alors recueillir au pic et à la pelle. Cette méthode est encore employée par les noirs de l'Afrique occidentale pour l'exploitation des têtes de filons aurifères.

Abatage par l'eau. — 1° *Utilisation de sa force vive.* — C'est la base de la méthode américaine dite « hydraulic system » dans laquelle l'eau amenée, souvent à très grands frais, sous des pressions de 100 mètres et plus au pied de collines et anciennes alluvions aurifères, y est projetée avec force au moyen d'ajutages coniques (monitors), provoquant ainsi la démolition de ces dépôts dont l'or est séparé, grâce à sa densité élevée, au moyen de dispositifs très simples.

2° Dans certains cas l'eau est employée, souterrainement, par dissolution. Ce procédé est surtout employé pour l'exploitation des lentilles de sel ou d'argiles salées du trias. On pompe constamment l'eau saturée à la base du vide créé par la dissolution, l'eau douce introduite en retour rongant constamment la voûte de ces sortes d'entonnoirs qui finissent par amener de grands effondrements superficiels. Les saumures extraites sont concentrées et cristallisées.

On a imaginé un procédé pour abattre le charbon par l'eau sous pression; parallèlement au front de taille, dans des trous de mine de 1^m,50 à 3 mètres de profondeur, on injecte de l'eau sous pression de 20 à 40 kilogrammes; dans les veines de structure très compacte, le procédé est inefficace; au contraire, dans les veines de houille grasse, l'eau sous pression imprègne les pores en produisant un crevassement perceptible à l'oreille avec parfois des ruptures et des décollements bruyants de la houille, en un temps très variable, allant de dix minutes à six heures.

Le résultat est que la houille extraite sans tirage de coups de mine et imprégnée d'eau ne donne aucune poussière dans le déblaiement, le chargement et le transport.

L'emploi de l'imprégnation est impossible lorsque les roches encaissantes sont disloquées et absorbantes.

Les promoteurs de ce système d'abatage hydraulique du charbon *exagèrent* sans doute les résultats à espérer, mais il n'en est pas moins vrai qu'il y a là une idée d'un grand intérêt, car partout où l'abatage par injection d'eau est praticable, on peut considérer le danger des poussières comme écarté.

Abatage par les explosifs. — Ce procédé est une application à l'abatage de ce que nous avons dit au sujet du percement des galeries au rocher.

Haveuses mécaniques. — *Haveuses à pic.* — Ces haveuses à l'air comprimé ont un fonctionnement plus ou moins analogue à celui d'une perforatrice.

Un corps de cylindre contient un piston auquel l'air comprimé donne un mouvement alternatif. Ce piston se termine par un porte-outil dans lequel est serré un pic à deux pointes disposé parallèlement à la face libre du charbon. Les répétitions du choc et le déplacement latéral de la machine, par un ouvrier, produisent une cavité de 1^m,50 à 1^m,80 de profondeur d'un bout de la chambre à l'autre. Les morceaux sont ainsi détachés comme par un coin.

L'air comprimé est coupé brusquement après le lancement du piston, qui agit comme projectile. Chaque machine donne 90 tonnes de charbon par jour; elle coupe, suivant les conditions du travail, de 15 à 30 mètres en huit heures de travail. La machine est montée sur une plate-forme mobile inclinée vers le front de taille pour diminuer le recul.

Pour diminuer le recul général de la machine montée sur deux roues, l'ouvrier qui la guide met son pied muni d'un sabot en forme de coin sous l'une des roues.

Il existe trois types principaux de haveuses à pic mues par l'air comprimé :

La *Harrison*, où la distribution s'opère par un tiroir à mouvement alternatif réglé par un petit moteur indépendant. Les deux fonds du cylindre sont munis de tampons solides en caoutchouc et en cuir pour les protéger quand le pic manque le charbon.

Ces tampons sont soumis de l'autre côté à toute la pression d'air comprimé, et la pression, qui est normalement de 5^{kg},27 par centimètre carré, monte de ce côté à 17^{kg},58, quand le pic manque le charbon. Elles donnent 190 à 210 coups par minute. Il y en a six modèles, coupant de 1 mètre à 1^m,70 et pesant 260 à 370 kilogrammes.

La *Sergeant* : La distribution s'opère au moyen d'une valve-tiroir mue elle-même par une valve auxiliaire plus petite. Cette dernière est mise en mouvement par un ergot que porte le piston. Les fonds sont ici protégés comme dans la précédente. La pression d'air est de 3^{kg},25 par centimètre carré. Elle fait 200 à 300 coups par minute. Il y en a

deux modèles, de 0^m,127 et 0^m,152 de diamètre du piston, coupant 1^m,50. Leur poids est respectivement de 226 et 317 kilogrammes.

La *Sullivan* : La distribution se fait ici aussi par une valve. La fermeture de l'admission est variable suivant la force du coup désirée; on l'ajuste au moyen d'un index qui la fait varier de 1/6 à 1/2. La machine ne possède pas de tampons de sûreté, l'air seul sert de coussin de choc au moyen d'une soupape de sûreté qui laisse s'échapper l'air quand le pic manque le charbon. La pression nécessaire peut varier dans des limites étendues.

Haveuse « Little Hardy ». — Cette haveuse est une des plus légères qui soient sur le marché. Avec une pression de 4^{kg},500, elle découpe, par heure, 2 à 2^m,25. Nombre de coups par minute, de 450 à 650.

Haveuses à outil rotatif rigide. — La haveuse à plateau *Jeffrey* est réservée au travail des longues tailles. Elle est électrique et roule sur un seul rail. Une roue à plateau, portant sur son pourtour des griffes, tourne horizontalement près de la sole pendant qu'un tambour enrroule peu à peu un câble fixé au bout du chantier et tire la machine latéralement. Elle découpe une hauteur de 0^m,12 et une profondeur de 0^m,90, 1^m,20, 1^m,50 ou 1^m,80, suivant les modèles.

L'avancement se règle au moyen d'engrenage à la vitesse de 0^m,63, 0^m,40, 0^m,20 par minute suivant la dureté du charbon.

Cette machine pèse 1.900 kilogrammes; sa longueur est de 2^m,50. Le moteur est de 20 chevaux.

Haveuses à chaînes. — C'est une chaîne à maillons articulés portant des griffes qui coupe un passage dans le charbon.

Elle tourne avec une vitesse de 1^m,25 à 1^m,35 par seconde autour des galets. Elle est mue par un moteur électrique à courant direct ou par l'air comprimé.

Haveuses à chaîne avançante. — Ces haveuses sont à chaînes avançantes qui sont montées à plat sur des longrines sur lesquelles glisse un cadre en forme de trapèze portant la chaîne.

Le côté parallèle le plus large est en avant. Le cadre porte en arrière un moteur qui fait tourner la chaîne et avancer l'ensemble sur les longrines.

Comme type caractéristique de cette catégorie, nous pouvons citer :

La *Jeffrey* : poids, 1.360 kilogrammes. Le moteur est à 17 chevaux, généralement à 220 volts. Elle dépense pour une coupe : 9 kilowatts. La coupe commence à 0^m,08 et se termine à 0 en descendant vers la sole.

Il existe deux modèles : un électrique et un à air comprimé.

La *Link-Belt* a sa chaîne plus bas, à plat, sur la sole, ce qui évite toute perte du charbon.

La *Morgan-Gardner* est d'une construction plus légère. Son poids est de 1.100 kilogrammes. Elle possède une série triple d'engrenage pour trois vitesses différentes suivant la dureté du charbon.

Haveuses à chaîne ripante. — Comme type nous décrirons :

La *Sullivan*, qui est montée sur un cadre-glissière. La machine porte à l'arrière une chaîne-guidé qui passe dans le moteur et qu'on attache à un piquet d'amarrage. A l'avant, on fixe cette chaîne à un crochet sur le côté du cadre. Quand la machine est en marche, la chaîne à griffes tourne et coupe le charbon et, en même temps, le moteur, en se halant sur la chaîne-guidé, tire l'ensemble en avant, dans le cadre servant de glissière. Elle fonctionne comme haveuse avançante.

Dans une journée de huit heures, elle découpe un front de 50 à 60 mètres sur une profondeur de 1^m,50. Son poids est de 860 kilogrammes. Le moteur électrique est de 30 chevaux. Elle peut aussi marcher à l'air comprimé.

Aperçu économique sur l'emploi des haveuses. — Dans l'ensemble des houillères françaises, l'effet utile de l'ouvrier du fond a subi, depuis la guerre, un affaissement notable. Tandis qu'en 1913 son rendement était de 978 kilogrammes, il n'était plus en 1923 que de 779 kilogrammes (20 0/0 en moins). La nécessité de recourir aux procédés mécaniques d'abatage résulte aussi de la pénurie d'une main-d'œuvre inhabile et sans cesse plus exigeante et plus coûteuse; de là le développement du matériel de havage et de forage au marteau à air comprimé.

Aux mines de la Loire on a mis en service un type de haveuse Eickhoff à barre coupante et à air comprimé. La répartition du travail en trois postes est ainsi établie :

PREMIER POSTE de 6 h. à 14 h.	DEUXIÈME POSTE 14 h. à 22 h.	TROISIÈME POSTE 22 h. à 6 h.
Havage proprement dit. Boisage de la demi-taille. Tir des coups de mine. Enlèvement d'un tiers de la production. Remblayage.	Évacuation de deux tiers de la production. Boisage d'un quart de la taille. Remblayage.	Achèvement de l'évacuation. Enlèvement du rebauché. Forage de trous de mine au marteau. Mise en place de la haveuse. Remblayage.

Pour le percement des trous de mines et la mise en place du matériel auxiliaire de havage, un ouvrier spécial fore les trous, au marteau à air, dans le massif vierge qui sera havé au poste suivant; cela fait, le même ouvrier met en place les câbles de halage, le tuyau d'amenée d'air et change les couteaux usés de l'appareil.

Les avantages résultant du havage se résument ainsi :

- 1° Bénéfice sur le prix de revient de la main-d'œuvre résultant de l'accroissement de l'effet utile de l'ouvrier au chantier d'abatage ;
- 2° Économie importante de l'explosif ;
- 3° Amélioration de la qualité du charbon ;
- 4° Augmentation du tonnage.

OUTILS POUR LA PERFORATION DES TROUS DE MINES

Les perforatrices à air comprimé sont de beaucoup les plus employées ; cependant, dans les terrains qui se prêtent à la perforation au moyen d'appareils manœuvrés à la main, les appareils « Atchett » et « Eliott » donnent d'excellents résultats dans certaines houillères du Nord de la France.

En fait de perforatrice à air comprimé ou à vapeur, les types les plus répandus sont : pour la France, l'Éclipse ; en Angleterre, la Hardy ; en Amérique, la Ingersoll Sergeant, etc.

Marteaux perforateurs. — Dans ce système, le fleuret, au lieu d'être fixé à la tige du piston et de faire corps avec lui, se trouve complètement séparé de lui, comme le serait un fleuret tenu à la main par l'ouvrier, sur lequel il viendrait frapper à la massette. C'est ce mouvement qu'on a cherché à reproduire avec le marteau perforateur (fig. 14). Le fleuret *f* s'em-

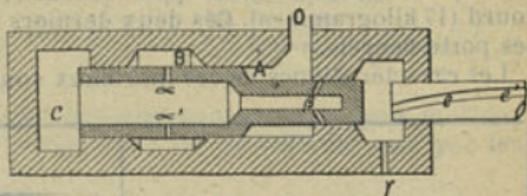


FIG. 14. — Schéma d'un marteau perforateur.

manche bien dans l'outil, mais il est immobile dans le trou. C'est sur sa tête que vient frapper avec la masse, située à l'intérieur, comme le fait un marteau river. L'appareil est auto-distributeur, comme le fait comprendre le schéma ci-contre.

L'air comprimé arrive en O, repousse la masse centrale à gauche, mais quand l'épaulement A débouche dans la chambre B, la pression passe par les conduits $\alpha\alpha'$, pénètre en C et lance violemment la masse frapper le fleuret. A ce moment les événements ε provoquent la détente, l'air comprimé nettoie le trou en passant par les cannelures *ee* et par γ , et tout revient en état pour un nouveau cycle.

Ces appareils battent de 1.200 à 1.500 coups par minute. Il faut pro-

duire le mouvement de rotation du fleuret pour assurer la régularité du trou, par des dispositifs analogues à celui de la perforatrice Burton, ce qui en augmente un peu le poids. Voici les chiffres les plus réduits :

DIAMÈTRE DU TROU en millimètres	POIDS DE L'APPAREIL COMPLET
	kilogrammes
45	8
50	11,20
57	13
60	15
70	28

On fait aussi des marteaux à rotation sur le modèle des perforatrices Eliott.

Ces marteaux donnent de bons résultats dans les travaux au rocher. Ils consomment moins, toutes choses égales d'ailleurs, que les grosses perforatrices lourdes.

La Compagnie des mines de Drocourt vient de mettre en usage un *marteau-perforateur* et un *marteau-piqueur* qui ont été étudiés par MM. Descours et Labitte, et dont il existe trois modèles : le type léger (12 kilogrammes), le type courant (14 kilogrammes) et le type lourd (17 kilogrammes). Ces deux derniers types ne diffèrent que par les porte-fleurets.

Les caractéristiques de ces marteaux sont les suivantes :

	TYPE		
	12 kg.	14 kg.	17 kg.
Diamètre du piston.....	60 mm.	60	60
Poids du piston.....	1 ^{kg} ,55	2 ^{kg} ,30	2 ^{kg} ,30
Course du piston.....	62 mm.	65	65
Consommation d'air par minute....	205 l.	190 l.	200 l.

La distribution (*fig. 17*) est caractérisée par un distributeur cylindrique évidé latéralement, qui se déplace en fin de course sous l'action de la pression de l'air comprimé et de la compression de l'air restant en fin de course dans le cylindre.

Ce type de marteau convient aussi bien pour terrain tendre que

pour terrain dur, par le simple remplacement du distributeur et de l'hélice de rotation.

Le marteau de 12 kilogrammes a donné des résultats supérieurs aux deux autres types, mais il est sujet à une usure plus rapide, par suite de la faible portée du piston.

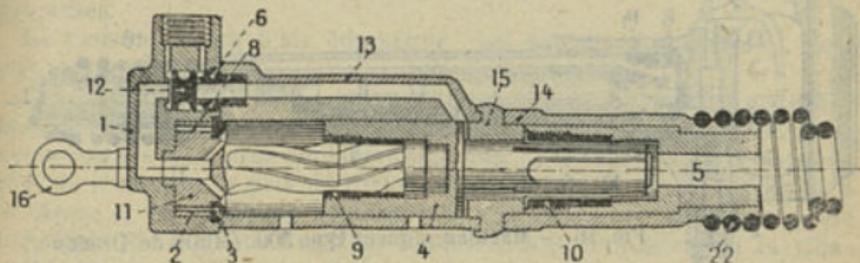


Fig. 15. — Marteau perforateur de 14 kilogrammes. (Mines de Drocourt.)

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Tête. | 10. Écrou. |
| 2. Roue à rochets. | 11. Hélice de rotation. |
| 3. Bague arrière. | 12. Distributeur. |
| 4. Piston. | 13. Cylindre. |
| 5. Emmanchement. | 14. Douille. |
| 6. Siège de distributeur. | 15. Bague avant. |
| 8. Cliquets. | 16. Poignée. |
| 9. Écrou de distributeur. | 22. Ressort tire-fléuret. |

Les marteaux piqueurs (*fig. 16*) sont construits en trois modèles : le type 320, le type 300 et le type 260 ; ils ne diffèrent que par leur longueur.

	TYPE		
	320 kg.	300 kg.	260 kg.
Poids du marteau.....	8 kg.	7,5	6
Diamètre du piston.....	32 mm.	32	32
Course du piston.....	127 mm.	107	87
Poids du piston.....	0 ^{kg} ,71	0,71	0,50
Consommation d'air par minute....	105 l.	105 l.	70 l.

La distribution est construite sur le même principe que celle des marteaux perforateurs. A noter toutefois, comme différence avec ces derniers, que :

- 1° L'arrivée de l'air à l'avant du piston est étagée ;

2° Les orifices remplissant le même rôle sont tous multiples et d'un diamètre au moins égal à 3 millimètres, ce qui fait qu'il n'y a aucun danger d'arrêt de l'appareil :

3° Il y a échappement de la compression.

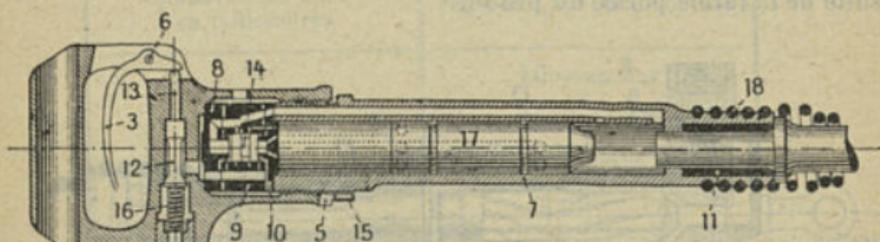


Fig. 16. — Marteau piqueur type 300. (Mines de Drocour.)

- | | | |
|--------------|--------------------------------|-------------------|
| 1. Poignée. | 8. Couvercle su-
périeur. | 13. Pousseur. |
| 2. Raccord. | 9. Boîte de distri-
bution. | 14. Distributeur. |
| 3. Gâchette. | 10. Couvercle infr. | 15. Ressort. |
| 4. Piton. | 11. Bague. | 16. Ressort. |
| 5. Cale. | 12. Soupape. | 17. Piston. |
| 6. Axe. | | 18. Ressort. |
| 7. Cylindre. | | 42. Raccord. |

L'outil employé pour la perforation des roches dures du canal de Panama est remarquablement simple ; il ne comporte en effet que

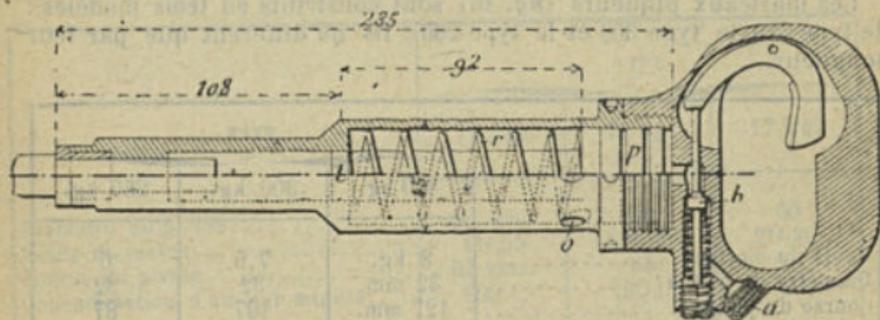


Fig. 17. — Coupe longitudinale du marteau pneumatique employé aux travaux du canal de Panama.

onze pièces. Il est à simple effet, le mouvement de retour de l'outil étant commandé par un ressort. L'air comprimé arrive en *a* ; la soupape d'admission est commandée par la gâchette logée à l'intérieur de

la poignée. L'air comprimé pousse le piston *p* en comprimant le ressort *r*, jusqu'à ce que l'orifice d'échappement *o* soit découvert. L'air s'échappe, et le ressort *r* produit le mouvement de retour du piston.

La course du piston est 5 centimètres ; la longueur du marteau est 32 centimètres ; son poids 2^k5,500. Le piston frappe 3.500 coups par minute, lorsque l'outil reçoit de l'air à la pression de 5^k600 à 7 kilogrammes.

La consommation d'air comprimé, qui doit être importante, n'est pas indiquée.

Étude comparative du travail à la main et du travail au marteau perforateur. — Les marteaux perforateurs produisant des avancements bien plus considérables que la massette, il est intéressant de comparer le prix de revient d'une galerie au rocher creusée à la masse et au marteau perforateur. Une étude de ce genre a été faite par M. Auguste Brocard, ingénieur aux houillères de la Chazotte, qui en a résumé les éléments dans les tableaux ci-après :

L'examen comparatif de A et B indique que le prix du mètre des galeries creusées au marteau est de $\frac{46,6}{100}$ du prix de creusement à la main, faisant ressortir une économie de 53,4 0/0.

L'économie réalisée par mètre cube de rocher abattu est encore plus considérable et s'élève à 68,8 0/0. Le prix de la main-d'œuvre par mètre courant baisse de 162 fr. 27 à 29 fr. 02, et le prix par mètre cube de 32 fr. 45 à 3 fr. 87. Enfin le nombre de coups par mineur, la profondeur des coups forés, le cube abattu indiquent que l'ouvrier muni d'un marteau peut remplacer 6 à 8 ouvriers à la main.

Naturellement, la fatigue de l'ouvrier varie surtout avec la direction des trous.

Pour atténuer un peu cette fatigue, on a proposé divers systèmes :

L'avancement pneumatique, entre autres, consiste à fixer le marteau dans le prolongement d'un tube-télescope qui s'allonge par la simple pression de l'air comprime. Mais le marteau étant constamment appuyé au fond du trou, l'ouvrier ne peut draguer et les nombreux coincements des fleurets rendent ce procédé impraticable.

On a préconisé l'emploi des supports à longueur variable par le moyen d'une vis ou simplement d'une corde passée sur une traverse ronde, coincée horizontalement entre les parois de la galerie et attachée d'une part au marteau et d'autre part à un contrepoids équilibrant l'outil.

Les poussières gênent beaucoup l'ouvrier, aussi a-t-on essayé de nombreux appareils capteurs de poussières.

Leur principe consiste à emmagasiner à l'orifice du trou les matières pulvérulentes. On affuble les mineurs de petits masques respiratoires nasaux et buccaux : deux toiles minces d'aluminium perforées à 2 millimètres maintenant entre elles une plaque filtrante de

	A. — TRAVAIL A LA MAIN				B. — TRAVAIL AU MARTEAU				
	Ensemble	Par m. courant de galerie	Par mètre cube	Par journée de mineur	Ensemble	Par m. courant de galerie	Par m. cube	Par 24 h. mineur	Par journée de mineur
Avancements	39 ^m ,10	—	—	0,587	79,60	—	—	0,723	0,241
Section de la galerie.....	5 ^m 2	—	—	—	7,50	—	—	—	—
Cube total abattu.....	195 ^m 3,5	—	—	2,935	597	—	—	5,420	1,804
Dynamite (Poids total)	343 ^k 90	8,796	4,750	5,130	695	4,01	—	5,500	1,833
Gomme employée / Prix.....	1.203 ^f ,72 (b)	30,78(c)	6,15	—	2.450,23(c)	30,78	—	—	—
Journées de mineurs	1.220	31,20	6,24	—	330	4,14	—	—	—
Montant.....	6.345 ^f	162,27	32,45	—	2.310	29,02	3,87	—	—
Main-œuvre de ma- d'œuvre	177	4,54	0,90	—	440	5,52	0,73	—	—
Montant.....	621 ^f ,70	15,90	3,18	—	1.980	24,87	3,31	—	—
Nombre de coups forés.....	1.512	38,6	7,73	1,25	4.163	52,3	6,97	37,84	12,61
Profondeur totale des coups.	1.360 ^m ,80	34,8	6,96	20,25	3.122,25	39,22	5,23	28,38	9,46
Dépense en détonateurs.....	385 ^f ,56 (d)	9,80	1,96	—	624,45(e)	7,84	1,04	—	—
Outilsage, fournitures, entre- tien.....	263 ^f ,90	6,75	1,35	3,93	782 (g)	9,82	1,30	5,45	—
Amortissement des marteaux.	—	—	—	—	150 (h)	1,89	0,25	1,36	—
Consommation d'air com- primé.....	—	—	—	—	65	0,81	0,10	0,59	—
Total des dépenses.....	—	225,50	45,09	—	105,03	13,97	—	—	—

OBSERVATIONS. — a) marteau François n° 2. — b) 3 fr. 50 le kilogramme de dynamite. — c) 4 fr. 05 le kilo-gramme de dynamite. — d) prix des détonateurs : 255 francs 0/100. — e) prix des détonateurs : 150 francs 0/100. — f) taillage des dents tous les 2 mètres de trous forés, réfection des emmanchages, 3 0/10, fourniture d'un fleuret par 150 coups. — g) amortissement du marteau en un an.

	C. — TR. AU MARTEAU A VALVE			D. — MARTEAU SANS VALVE		
	Ensemble	Par m. c. courant	Par m. c. de rocher	Ensemble	Par m. c. courant	Par m. c. de rocher
Avancements.....	15 ^m ,60	—	—	30	—	—
Section de la galerie.....	7 ^m 2,0	—	—	4	—	—
Cube total abattu.....	109 ^m 3,2	—	—	180	—	—
Dynamite } Poids total.....	81 ^k ,750	5,240	0,748	134,40	4,480	1,120
Gomme employée } de grisoutine	310 ^k ,65	—	—	—	—	—
Main- } Journées de mineurs.....	95	19,910	2,84	497,28	16,57	4,14
d'œuvre } Montant.....	665 f.	6,09	0,87	96	3,2	0,80
} Journées de manœuvres.....	103	42,63	6,09	540	18	4,50
} Montant.....	412 f.	26,40	0,94	96	3,2	0,80
Nombre de coups forés.....	641	41,09	3,77	360	12	3
Profondeur totale des coups.....	448 ^m	28,71	5,87	970	32,3	8,07
Dépense en détonateurs.....	96 ^k ,15	6,16	0,88	670	25,60	6,40
Outillage, fournitures, enretien.....	164 ^k ,58	10,55	1,50	145	4,83	1,20
Amortissement des marteaux.....	42 ^k ,50	2,72	0,38	175	5,83	1,46
Consommation d'air comprimé.....	14 f.	0,99	0,12	60	2	0,50
Total des dépenses.....		109,26	15,58	22	59,96	14,98

ouate; un rondin de caoutchouc souple est cousu en bordure et assure l'application exacte autour du nez et de la bouche; l'ensemble est maintenu en place par des cordons attachés derrière la tête. L'appareil nasal est muni d'un petit clapet pour l'échappement de l'air pendant l'expiration. Il faut simplement remplacer la ouate quand elle est trop chargée de poussières.

Le marteau Bornet est avantageux sous ce rapport des poussières, car il porte à l'extrémité du cylindre une boîte à eau munie de deux cuir emboutis dans lesquels s'introduit l'emmanchage rond du fleuret. Le sommet de l'emmanchage est fermé, et un trou oblique est foré de la périphérie au trou central pour assurer l'injection d'eau.

L'emploi des fleurets pleins hélicoïdaux supprime en partie les poussières, mais on ne peut les utiliser que pour les coups montants.

Travail des perforatrices. — Dans les terrains tendres, il n'y a aucun intérêt à employer la perforation mécanique. Un trou de mine fait à la main dans du marbre revient à 0 fr. 66; le même trou dans les grès houillers durs revient à 6 francs.

Au point de vue de la consommation d'explosifs, l'infériorité du travail à la perforatrice sur le travail à la main se fait nettement sentir. Cela tient à ce que,

dans le travail à la massette, l'ouvrier peut choisir judicieusement la direction et la profondeur de ses trous, utiliser les « joints » et les « fils » que son œil exercé reconnaît dans le front de taille. Avec les outils mécaniques, on ne peut pas avoir la même souplesse.

Le schéma en marge, dans lequel figurent, dans leurs proportions respectives, les divers éléments du prix de revient comparé des deux

systèmes, montre qu'en définitive l'économie proprement dite que procure l'emploi des perforatrices est nulle.

Par contre la rapidité d'exécution est à peu près quadruplée et c'est là un très grand avantage qui a assuré le rapide développement de ce genre d'appareils.

L'emploi des marteaux, rendant à l'ouvrier plus de souplesse dans

Travail à la main.	Perforation mécanique
Divers	Divers
25 0/0 explosifs.	Entretien
	Air comprimé
60 0/0 main-d'œuvre	Explosifs
	25 0/0 main-d'œuvre.

Comparaison des prix de revient.

le choix des trous, amènera sans doute une diminution notable dans

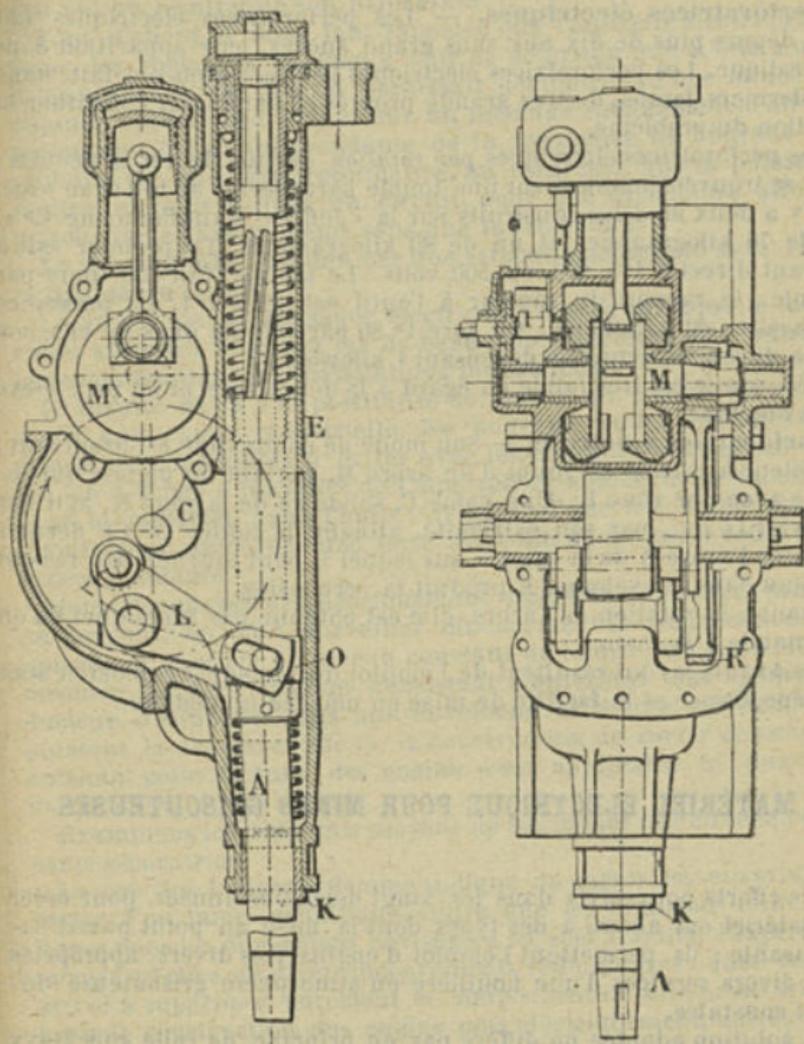


FIG. 18 et 19.

Coupe et élévation de la perforatrice à pétrole, système Warsop.

les frais d'explosifs. Pour donner une idée de l'augmentation du nombre de perforatrices en usage, il faut dire qu'en 1909, le nombre

moyen en était, dans les mines productrices, de 2.250, tandis qu'il était de 3.249 en 1910 et de 4.118 en 1911.

Perforatrices électriques. — Les perforatrices électriques ont fait, depuis plus de dix ans, sans grand succès, leur apparition dans la pratique. Les perforatrices électriques *par percussion* ont fait, dans ces derniers temps, de très grands progrès et paraissent constituer la solution du problème.

Les perforatrices électriques *par rotation* ont un fleuret hélicoïdal : elles se trouvent montées sur une double barre serrée au toit et au mur.

Il y a deux modèles construits par la « Jeffrey Manufacturing Co », un de 70 kilogrammes et un de 80 kilogrammes. Le premier est à courant direct à 110, 220 ou 500 volts. Le moteur fait 300 tours par minute ; le rapport du moteur à l'outil est de 9 à 1. La puissance nécessaire est 1/2 cheval. On fore 1^m,80 par minute dans le charbon d'une dureté moyenne en dépensant 1 kilowatt.

L'économie est très faible eu égard à la délicatesse et au prix élevé de la machine.

Perforatrice à pétrole. — Son mode de commande est le suivant : le moteur à pétrole est muni d'un arbre M, portant un pignon qui engrène avec une roue R. Une came C, solidaire de la roue R, agit sur le levier L, qui, par son extrémité, attaque le collier O. Ce dernier entraîne l'arbre A de la mèche, sur lequel il peut tourner. Un ressort contenu dans l'enveloppe E produit la percussion.

Quant à la rotation de l'arbre, elle est obtenue par un cliquet qu'on commande à la main.

Les avantages qui résultent de l'emploi du moteur à explosion sont l'indépendance et la facilité de mise en marche immédiate.

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR MINES GRISOUTEUSES

Les efforts poursuivis dans les vingt dernières années, pour créer ce matériel ont abouti à des types dont la mise au point paraît satisfaisante ; ils permettent l'emploi d'engins très divers, appropriés aux divers services d'une houillère en atmosphère grisouteuse dûment constatée.

La solution adoptée ne diffère pas, en principe, de celle que Davy a imaginée pour l'éclairage par lampe à flamme. Les engins électriques, plus robustes que les lampes et en nombre très limité, sont d'un contrôle plus aisé que celui que réclame la dispersion de beaucoup de lampes en des endroits très divers.

On peut dire qu'on a abouti, à l'heure actuelle, à doter les houillères d'un matériel électrique de sûreté à l'égard du grisou. Il im-

porte de faire connaître les raisons auxquelles il doit son efficacité, les caractères propres à ce matériel, les conditions dans lesquelles on l'emploie, le développement auquel il a donné lieu, les accidents qui ont pu résulter de son utilisation.

Tout d'abord il nous faut rappeler que l'étincelle électrique n'allume les mélanges détonants d'air et de grisou que si elle a un volume suffisant. De plus, il paraissait démontré qu'une étincelle de rupture exerce une action sur un mélange inflammable d'air et de grisou tout à fait indépendante de la fréquence du courant qui la produit. Or, on a cru reconnaître, au contraire, que la puissance à mettre en œuvre dans un circuit, pour que sa rupture allume le grisou, varie dans le même sens que la fréquence.

Le risque d'inflammation par une étincelle augmente avec la self-induction du circuit.

La valeur de la puissance électrique à partir de laquelle les étincelles allument le grisou est de beaucoup inférieure aux puissances mises en feu dans les installations industrielles.

Il résulte de là l'impossibilité de mettre en œuvre les courants d'une application industrielle. Ne pouvant rendre inoffensives les étincelles impossibles à éviter avec les courants ordinairement usités, on a songé à les *isoler* de l'atmosphère ambiante en faisant baigner le matériel dans l'huile; il suffit d'une très faible épaisseur d'huile pour empêcher une forte étincelle de mettre le feu à l'atmosphère ambiante.

Mais si ce moyen est théoriquement excellent, il n'est pas pratique : on ne peut, en effet, surveiller efficacement la permanence rigoureusement exigible du niveau constant de l'huile. On a dû, dès lors, recourir au seul système consistant à enfermer tout appareil producteur d'étincelle dans une enveloppe telle que les flammes ne puissent la traverser; de là, la construction de *carter étanche*. Bien entendu, cette clôture des engins n'est applicable ni aux câbles d'extraction ni aux lampes.

Examinons les différents moyens de constituer une enveloppe tamisante séparatrice.

Le cas des lampes à flamme indique de garnir les ouvertures du carter d'un tamis métallique. Outre que les tamis ou toiles métalliques dans les dimensions envisagées ici sont fragiles, l'expérience a montré qu'elles ont divers inconvénients rédhibitoires : aussi en est-on arrivé à supprimer purement et simplement la toile protectrice et à baser la construction des engins mus électriquement, autres que les câbles et les lampes sur certaines propriétés des *fentes minces à bords larges* en atmosphère inflammable.

Tous les appareils produisant des étincelles en marche normale : moteurs à collecteurs, commutateurs, disjoncteurs, etc..., sont enfermés dans une boîte dont les ouvertures par lesquelles une flamme

pourrait la traverser sont : les joints d'assemblage des divers éléments constituant de cette boîte, les passages d'arbre et les orifices de ventilation. Les règles adoptées consistent à donner à la portée des paliers d'arbres et aux brides d'assemblage des éléments du carter une largeur supérieure à 5 centimètres; les espaces annulaires libres autour des arbres et l'écartement des brides d'assemblage des éléments du carter doivent être inférieurs à un demi-millimètre; les orifices de ventilation sont protégés par des empilages de plaquettes métalliques d'au moins un demi-millimètre d'épaisseur, maintenues par des cales à un écartement de moins d'un demi-millimètre et assemblées de façon parfaitement rigide. Tantôt les blocs ainsi constitués sont disposés de manière que le plan des plaquettes soit perpendiculaire au plan de la fenêtre, et ils obstruent alors complètement cette dernière. Tantôt, au contraire, les plaquettes, percées d'un trou, à l'exception de la plaquette extérieure qui est pleine, sont disposées parallèlement au plan de la fenêtre; l'ensemble constitue alors une sorte de cheminée à échappement latéral prolongeant la fenêtre. Dans un cas comme dans l'autre, d'ailleurs, le débouché à l'extérieur des fentes ménagées entre les plaquettes peut être protégé contre l'encrassement et les détériorations par une sorte de capuchon en tôle plus ou moins épaisse.

Pratiquement les enveloppes établies conformément à ces règles sont de trois types : *b*) carter clos; *c*) carter à joints d'échappement; *a*) carter à fenêtres protégées. Seul le carter à fenêtres protégées assure, à la fois, la ventilation des conducteurs et la rapide détente des fumées produites par une combustion intérieure éventuelle,

Il faut pour assurer la sécurité :

1° Que le carter soit constamment en bon état d'entretien : 2° qu'il ne soit jamais ouvert pendant que les organes électriques qu'il protège se trouvent sous tension.

Deux mesures distinctes sont prises pour éviter l'ouverture intempestive des carters :

1° Les boulons d'assemblage sont tels que leur démontage exige des outils spéciaux (clé diversifiée);

2° Tous les appareils qu'on peut avoir des raisons d'ouvrir (changer un fusible, etc.) sont pourvus d'un enclenchement qui empêche l'enlèvement du couvercle du carter tant que l'appareil est sous tension.

Les appareils électriques, avant d'être mis en service dans une mine grisouteuse, doivent subir certaines épreuves préalables rendues obligatoires par certaines dispositions administratives.

On trouve couramment aujourd'hui dans les usines grisouteuses des États-Unis et d'Angleterre des appareils tels que : *Disjoncteur bipolaire à rupture dans l'air* comportant deux relais à maxima.

Disjoncteur de tête de câble à rupture dans l'huile, servant au

branchement d'appareils mobiles et comportant une prise de courant enclenchée avec un disjoncteur : celui-ci fonctionnant automatiquement en cas d'élévation excessive de l'intensité ou du fléchissement excessif du voltage, et manœuvrable à la main.

Les enclenchements suivants complètent cet appareil :

1° L'interrupteur ne peut pas être fermé si la prise de courant n'est pas en place ;

2° La fiche du câble souple ne peut pas être retirée tant que l'interrupteur n'est pas à la position d'ouverture ;

3° Démarreur étoile-triangle pour moteur triphasé à cage d'écu-reuil. Ce démarreur est complété par les dispositifs ci-après qui ont pour objet d'éviter toute fausse manœuvre :

1° Enclenchement de commandes du démarrage et du changement de marche qui empêchent de manœuvrer le levier de démarrage quand le levier de changement de marche n'est pas à l'une des deux positions « avant » ou « arrière » et qui immobilise le levier de changement de marche quand le levier de démarrage n'est pas au point mort ;

2° Relai à minimum qui possède le levier de démarrage au point mort quand le courant est coupé ; le levier de démarrage ne peut de la sorte être manœuvré que lorsque le relai est armé, c'est-à-dire quand l'appareil est sous tension ;

3° Liaison par came qui oblige à effectuer rapidement les manœuvres du démarrage.

Contrôleur à rupture dans l'huile pour moteurs triphasés à collecteur jusqu'à la puissance de 60 CV sous 3.300 volts en 50 CV sous 660 volts.

La manœuvre du levier de cet appareil à partir du point mort établit d'abord les connexions du stator, toutes les résistances étant intercalées sur le rotor, et élimine ensuite progressivement ces dernières. En ramenant au point mort et continuant le mouvement, on obtient les mêmes effets, deux des phases du stator étant inversées ; le sens de rotation se trouve ainsi renversé.

L'appareil comporte quatre entrées de câbles : deux pour câbles armés (arrivée et départ du stator), et deux pour les câbles sous tubes allant au rotor et aux résistances enfermées, celle-ci dans un carter distinct.

Disjoncteur à chariot, à rupture dans l'huile, de courant à haute tension pour sous-station ou pour appareil de grande puissance (200 ampères sous 3.300 volts). Il fonctionne à la fois comme interrupteur à main et comme disjoncteur automatique au cas d'élévation durable de l'intensité (trois relais à maxima avec retardateurs) de chute anormale du voltage ou de mise à la terre accidentelle de l'une des phases. Il est monté sur glissière, ce qui permet, en cas de réparation, de l'isoler du circuit général.

L'ensemble, comprenant le disjoncteur proprement dit, un ampèremètre, les différents relais et les transformateurs qui les alimentent, est réparti en trois carters :

Carter auxiliaire pour le transformateur de potentiel ;

Petit carter à fenêtre vitrée, pour l'ampèremètre et le relai de mise à la terre ;

Carter principal assemblé au bac à huile, pour le surplus.

Des enclenchements mécaniques empêchent de manœuvrer l'interrupteur quand le chariot n'est pas à sa position normale et de brancher ou de débrancher l'appareil en poussant le chariot quand l'interrupteur est fermé. En outre, les fiches établissant les connexions entre le disjoncteur et les barres ont une longueur telle que le courant est coupé avant qu'elles sortent de leur logement ; les étincelles dues à la capacité des câbles se produisent de la sorte à l'intérieur du carter.

Locomotive électrique dont les accumulateurs qui l'actionnent sont enfermés dans une caisse avec son phare, son ampèremètre, l'interrupteur d'éclairage, les deux fusibles du circuit d'éclairage et le fusible de la batterie. Cette caisse n'a pas besoin d'être enfermée dans un carter de sûreté, puisqu'aucune étincelle ne peut, dans le fonctionnement normal, se produire à l'intérieur ; mais les deux moteurs de 90 CV sont dans un carter du type clos pourvu de nervures de refroidissement.

Haveuse électrique dont le moteur et son rhéostat sont enfermés dans un même carter.

Les mines anglaises, qui semblent bien être celles où les engins électriques ont été jusqu'à présent le plus largement employés dans les mines grisouteuses, n'enregistrent pas d'accidents provoqués par l'usage des appareils électriques de mine en présence du grisou ; aussi leur emploi se généralise de plus en plus.

APPAREILS ASSURANT LE SERVICE D'EXTRACTION

Afin de prévenir les divers accidents pouvant survenir dans l'attirail complet constituant un appareil d'extraction, nous aurons à examiner :

1° Les moyens employés pour être toujours maître de la machine et pouvoir, à tout instant, en régler la vitesse ou l'arrêter (valve d'admission, levier de changement de marche, servo-moteur, freins) ;

2° Les moyens dont le but est de maintenir l'enroulement régulier des câbles ;

3° Ceux qui ont pour objet de prévenir les ruptures des câbles ;

4° Ceux qui sont établis pour empêcher la montée des cages aux molettes (évite-molettes) ;

5° Les moyens d'empêcher la chute de la cage en cas de rupture du câble (parachutes);

6° Les divers modes de communication entre le machiniste et les receveurs (timbres, téléphones, indicateurs automatiques de circulation des cages dans les puits, etc.).

L'extraction dans les puits verticaux se fait aujourd'hui dans toutes les mines de quelque importance au moyen de *cages guidées* dans lesquelles on introduit les wagonnets chargés.

Cages. — Quelques-unes ne reçoivent qu'un wagonnet, mais le plus souvent on embarque plusieurs véhicules et on fait des cages à plusieurs étages, ou à deux voies sur un même étage, ou à deux longueurs de wagonnets sur la même voie, suivant les dimensions des puits.

Elles sont surmontées d'un toit protecteur et garnies sur leurs faces latérales de tôles ou de grillages en vue d'assurer la sécurité des hommes; elles sont munies de divers dispositifs destinés à empêcher le déplacement des wagonnets et des portes.

Pour assurer le guidage des cages, on les munit de *mains de fer*.

Le câble s'attache ordinairement à un étrier ou à un bout de chaîne, et celui-ci se ramifie, à son tour, en quatre brins crochetés aux angles de la cage.

On interpose dans l'attelage un ressort très fort ayant pour but d'amortir les à-coups et habituellement on intercale un *parachute*; dans ce cas, on laisse les quatre chaînes d'angle comme engin de sécurité supplémentaire.

On a aussi introduit dans l'attelage un *tendeur à vis* qui permet de compenser les petits allongements que prend, à la longue, un câble en service.

L'attache du câble doit être faite avec le plus grand soin: pour un câble plat, on replie le bout sur 1 mètre de longueur après l'avoir passé dans la *boucle* en fer ou acier de première qualité. On augmente son diamètre à l'aide de croupières de fer, de disques de bois, etc., afin de ménager la souplesse du câble.

Quelquefois même on détord ce dernier, en vue d'augmenter sa flexibilité dans ce repliement, et on enferme alors les deux brins entre deux plaques de métal pressées par des boulons.

Les *guidages* sont: en bois, en fer ou en câbles. Les guidages en bois sont encombrants, mais résistent bien aux eaux des mines et n'exigent pas de graissage. Les guidages métalliques se déforment sous l'effort des terrains mouvants, se faussent et exigent un graissage fréquent et se prêtent peu à l'emploi des parachutes.

Les guides en câbles ne se prêtent qu'à de faibles vitesses par suite des oscillations faciles, mais gardent invariablement la verticalité en terrain déjeté; ils risquent de se rompre.

Parachutes. — Leur application rencontre bien des oppositions, car ils ont vraiment des inconvénients nombreux: ils augmentent le

poids mort, fonctionnent quelquefois hors de propos sous de simples oscillations du câble, ce qui entrave le service et détériore souvent le guidage. On leur reproche surtout d'endormir la vigilance des agents préposés à la visite et à l'entretien des câbles; ils fonctionnent mieux à la montée qu'à la descente.

Les parachutes sont de quatre genres : à verrous, à arc-boutement, à frictions et à câble.

Les parachutes à verrous et à arc-boutement produisent un arrêt très rapide et même brutal avec les verrous. Pour détruire la force vive, il est préférable de rendre graduelle, comme dans les freins, l'action de serrage contre les guides (parachutes à friction), et ce serrage s'obtient tantôt par des coins qui s'insèrent entre le guidage et des pièces inclinées fixées à la cage, tantôt par des secteurs circulaires, striés sur leur surface de contact.

L'attention des exploitants est attirée sur les parachutes par la nouvelle réglementation des mines.

Le problème ne se pose que pour les cordées au personnel dont les vitesses sont limitées à 10 mètres par seconde.

M. Crussard distingue dans le fonctionnement d'un parachute les trois périodes suivantes : 1° période de mise en prise, pendant laquelle les organes de prise arrivent au contact du guidage; 2° période de mise en serrage, très courte, pendant laquelle s'effectue la pénétration complète des griffes dans le guidage; 3° période d'arrêt.

I. *Action du parachute après la mise en prise.* — La vitesse V , en fin de mise en prise, dépasse la vitesse de cordée, à cause de l'accélération qui se produit après la rupture pendant la période de mise en prise. Il est prudent de tabler sur une vitesse V de 13 mètres. L'analyse du phénomène de ralentissement produit sous l'action d'un effort retardateur E montre que si cet effort retardateur atteint le double ou le triple de la charge Q portée par le câble à l'attache, ce qui est réalisé dans tous les parachutes, il se produit un ralentissement sensiblement uniforme d'accélération négative $-j$ donnée par la formule

$$j = g \left(\frac{E}{Q} - 1 \right);$$

le parcours d'arrêt peut se calculer par

$$h = 1,15 \frac{V^2}{2g} \frac{Q}{E - Q}.$$

Il faut se préoccuper du dépôt du câble qui s'effectue sur le toit de la cage après l'arrêt et, comme le poids de ce câble dépasse quelquefois le double de celui de la cage, il est prudent que l'effort E , réalisé par le serrage, atteigne trois à quatre fois Q .

II. *Le mode d'action après la mise en prise.* — On peut distinguer :

1° La prise faciale qui a l'inconvénient de faire travailler le guidage à la flexion, et d'augmenter l'écart des guides ;

2° La prise bilatérale par un seul organe (parachutes Nyst, Hyper-siel) ;

3° La prise bilatérale par double organe (parachutes Guibal, Micha, Baure, Malissard-Taza, Kania-Kuntze, Fourdrinier, Del-saux, etc...).

Il faut éviter les mécanismes, qui occasionnent un trop grand retard de mise en prise.

III. *Mise en prise.* — La mise en prise se fait sous l'action d'un ressort interposé entre la cage et la tige d'attelage. On peut distinguer, pour ce ressort, le fond de course, la position naturelle correspondant à la détente complète du ressort, et la position de prise qui est intermédiaire entre les deux précédentes.

Soit C l'écart entre le fond de course et la position naturelle. Une butée limite généralement cette course C qui doit être inférieure à la flèche F que prendrait le ressort s'il supportait la charge complète Q .

Appelons C' le jeu de prise qui n'est qu'une fraction de C et posons

$$\frac{C}{F} = K, \quad \frac{C'}{C} = K'.$$

L'attirail d'attelage peut être assimilé à un poids Q' tombant verticalement et relié à la cage par le ressort. L'étude cinématique de ce système conduit aux résultats suivants :

Le mouvement du ressort est pendulaire :

$$x = \cos \omega t \quad \text{avec} \quad \omega^2 = \frac{g}{F} \left(1 + \frac{Q}{Q'} \right).$$

La durée de mise en prise est θ telle que $\cos \omega \theta = 1 - K'$. Le rappel du ressort a, sur la cage, un effet retardateur tel que l'accroissement de vitesse de la cage pendant la durée de mise en prise est celui qu'elle prendrait en chute libre pendant une durée de $\theta' < \theta$:

$$\theta' = \theta - K \frac{\sin \omega \theta}{\omega}.$$

La discussion de ces résultats aboutit aux conclusions suivantes :

Pour augmenter la rapidité d'action, il faut augmenter K , diminuer K' ; diminuer F ; mais on est limité dans cette voie par la crainte des fonctionnements intempestifs provenant d'un appel du ressort produit par une variation de vitesse. L'analyse mécanique de ce phénomène montre qu'il convient de prendre K voisin de $\frac{2}{3}$, K' voisin de 0,15 à 0,20, et que les bonnes valeurs de R , rarement supérieures à 20-25 kilogrammes, peuvent atteindre 40 kilogrammes.

Le poids total du parachute joue un rôle insignifiant ; il y a sim-

plement intérêt à diminuer une fraction de ce poids qu'on peut appeler le poids inerte P' défini par la relation suivante :

$$\frac{P'}{g'} \frac{V^2}{2g} = W,$$

W étant la force vive totale de l'attirail du parachute lorsque la vitesse de la tige est V .

IV. *Mode de commande de la mise en prise.* — On peut distinguer :

1° Les parachutes, dans lesquels le ressort commande toute la mise en prise, sans jouer aucun rôle dans la période d'arrêt. A cette catégorie appartiennent les types de Lens, Libotte, Fontaine, Undeutsch, qui ne diffèrent que par le nombre d'articulations et le mode de liaison avec la cage ;

2° Les parachutes dans lesquels le ressort assure non seulement la mise en prise, mais le serrage jusqu'à l'arrêt (parachutes Hearard), système compliqué et défectueux ;

3° Les parachutes à ressort déclencheur; le ressort ne fait que déclencher le début de la mise en prise qui est ensuite assurée par un mécanisme spécial sans liaison avec l'attache (parachute Schweder), système recommandable, mais peu développé.

Ce résumé d'une étude de M. Crussard permettra aux ingénieurs d'apprécier l'efficacité des appareils proposés par les différents constructeurs, et de résoudre, en parfaite connaissance de cause, cette importante question de l'installation des parachutes.

Évite-molettes. — Il existe de nombreux systèmes d'évite-molettes. L'évite-molettes électrique de Söhm (fosse 5 bis des mines de Bruay) est associé à un mode de freinage de la machine d'extraction qui mérite de fixer l'attention (fig. 22).

Il comprend deux sabots S^1 , S^2 , rendus solidaires par le triangle ABC. La tige AD, qui est, en somme, la tige du piston E, porte un poids additionnel de 800 kilogrammes. Cette disposition tend à rapprocher les sabots et à produire un freinage *dit modéré* que l'on supprime en admettant de la vapeur sous le piston placé dans le cylindre F, dit de desserrage du frein. Si, au contraire, on veut le maximum de freinage, on admet de la vapeur ou de l'air comprimé au-dessus du piston E qui a 0^m,550 de diamètre, et l'on exerce, sur la tige AD, une traction, qui, avec une pression de vapeur de 7 kilogrammes, peut atteindre plus de 16 tonnes.

Obturbateur et freinage modéré. — Nous rappellerons :

1° Que les indicateurs de position des cages établissent, au moment voulu, un contact électrique qui, par l'intermédiaire d'un électro-aimant, ferme l'obturbateur de vapeur, mais comme la prise de vapeur du cylindre de desserrage du frein est faite après cet obturbateur, si le mécanicien ne rouvre pas l'obturbateur, cette vapeur se condense, et

le frein modéré se produit doucement pendant le ralentissement de la machine et empêche tout dévirement;

2° *Limiteur de vitesse.* — Si la vitesse de la machine dépasse de 10 0/0 la vitesse prévue (et cela à n'importe quel moment de la course), il s'établit un autre contact qui met à l'échappement le cylindre de desserrage du frein, le frein modéré entre aussitôt en action et amène le ralentissement. Quand la vitesse est suffisamment réduite, le contact électrique se rompt et l'électro-aimant, en retombant, ferme l'échappement et réadmet la vapeur dans le cylindre de desserrage, le freinage est supprimé et ainsi de suite.

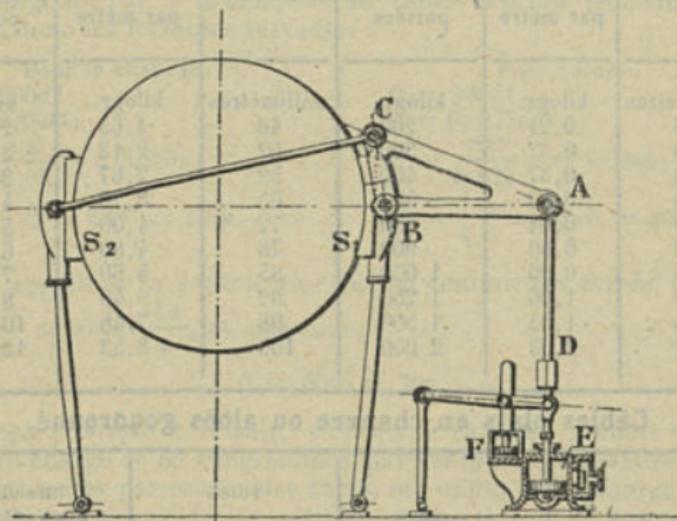


FIG. 20. — Frein de la machine de la fosse 5 bis (mines de Bruay).

La forme des pièces qui établissent le contact est telle qu'elle impose le ralentissement à l'arrivée de la cage à la recette, puisque, si le mécanicien ne ralentit pas, le contact se trouve établi d'autant plus tôt que la vitesse est plus grande.

Freinage maximum. — Si, malgré le freinage modéré, la cage dépasse la recette (ce qui peut se produire si, au départ, le mécanicien se trompe dans le sens de la marche), la cage rencontre un levier qui, par l'intermédiaire d'une transmission rigide, actionne l'obturateur de vapeur et, en même temps, libère un contrepoids dont la chute déplace un tiroir spécial du cylindre de frein E et le freinage maximum se réduit aussitôt.

On remarquera que, dans le cas d'une rupture de la conduite générale de vapeur, le cylindre de desserrage n'est plus alimenté et que le

freinage modéré entre aussitôt en action. Le mécanicien peut arrêter sa machine et mettre le freinage maximum en admettant l'air comprimé dans le cylindre du frein.

Câbles ronds en chanvre.

CHANVRE NON GOUDRONNÉ			CHANVRE GOUDRONNÉ		
Diamètres	Poids par mètre	Charges pouvant être portées	Diamètres	Poids par mètre	Charges pouvant être portées
millimètres	kilogr.	kilogr.	millimètres	kilogr.	kilogr.
16	0,21	200	46	1,65	2.250
20	0,32	300	52	2,13	3.000
23	0,37	400	59	2,67	3.600
26	0,53	500	65	3,70	4.590
29	0,64	750	72	4,00	5.000
33	0,80	900	78	4,80	6.200
36	0,96	1.000	85	5,60	7.500
39	1,06	1.250	92	6,40	8.700
46	1,55	1.500	98	7,46	10.000
52	2,03	2.000	105	8,53	12.000

Câbles plats en chanvre ou aloès goudronné.

LARGEUR	ÉPAISSEUR	POIDS	CHARGES
		par mètre	pouvant être extraites
millimètres	millimètres	kilogrammes	kilogrammes
92	23	2,35	1.000
105	26	3,04	1.300
118	26	3,36	1.500
130	29	4,26	1.800
130	33	4,80	2.000
144	33	5,28	2.200
157	33	5,60	2.400
157	36	6,24	2.700
183	36	7,20	3.000
183	39	7,84	3.300
200	44	9,25	4.000
250	46	12,10	5.000
310	47	15,00	6.000

Calcul des câbles végétaux. — La charge de rupture Q , charge que peut supporter avant de se rompre un câble en chanvre ou en aloès, est de 300 kilogrammes par centimètre circulaire.

La charge pratique Q' qu'on peut lui faire porter en travail normal est le $\frac{1}{5}$ de la charge de rupture.

Le poids par mètre courant p est d'environ :

$$\begin{array}{ccc} 80^{\text{rr}},00 & \text{par centimètre circulaire pour le chanvre,} & \\ 75 & \text{—} & \text{l'aloès,} \end{array}$$

l'un et l'autre étant goudronnés.

En désignant par d le diamètre du câble exprimé en centimètres, on aura donc les formules suivantes :

Pour le chanvre :	Pour l'aloès :
$Q = 300d^2;$	$Q = 300d^2;$
$p = 0,38d^2;$	$p = 0,0775d^2;$
$Q = \frac{100}{0,08} p = 3.750p;$	$P = \frac{200}{0,675} p = 4.000p;$
$Q' = \frac{1}{5} Q = 60d^2 = 750p.$	$Q' = \frac{1}{4} Q = 60 d^2 = 800p.$

Si on appelle a la section du câble en centimètres carrés, on aura $a = \frac{\pi d^2}{4}$ ou $d^2 = \frac{4a}{\pi}$, et, par suite,

$$Q' = 60d^2 = 76a.$$

La règle pratique à retenir, c'est qu'un câble en matière végétale peut être chargé de 60 kilogrammes par centimètre circulaire, ou de 76 kilogrammes par centimètre carré, ou, enfin, d'une charge égale à 750 ou 800 fois son poids par mètre courant.

On trouvera résumées dans le tableau ci-contre les dimensions des câbles ronds et plats les plus usités dans la pratique, leurs poids par mètre et la charge qu'ils peuvent porter.

Calcul des câbles métalliques. — La composition d'un câble rond se définit en disant qu'il est de tant de torons à tant de fils de tel numéro; et celle d'un câble plat en disant qu'il est composé de tant d'aussières à tant de torons par aussière. On les emploie de plus en plus pour tous les besoins de la mine et notamment pour l'extraction.

Leur composition varie suivant les conditions d'installation; les fils qui les composent sont généralement des n^{os} 12 à 17 de la jauge de Paris, c'est-à-dire de 1^m,8 à 3 millimètres de diamètre.

A mesure que s'accroissent les profondeurs d'extraction, l'emploi des fers et aciers doux diminue et par contre les aciers à grande résistance de 140 à 200 kilogrammes par millimètre carré entrent de plus en plus dans la composition des grands câbles.

Le tableau suivant donne, pour les fils des n^{os} 12 à 17, les charges de rupture correspondant aux résistances unitaires de 70 — 90 — 120 — 140 — 160 — 180 — 200 kilogrammes.

NUMÉROS des fils	DIAMÈTRE en millimètres	SECTION en millimètres carrés	POIDS par mètre	CHARGES DE RUPTURE CORRESPONDANT AUX RÉSISTANCES UNITAIRES DE						
				70	90	120	140	160	180	200
				kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
12	1,8	2,545	19 ^{gr} .34	178	229	305	356	407	458	509
13	2,0	3,142	24,48	220	283	377	440	504	566	629
14	2,2	3,801	29,64	266	342	456	532	608	684	760
15	2,4	4,524	35,28	317	407	543	634	724	814	905
16	2,7	5,725	44,63	401	515	688	802	917	1.030	1.145
17	3,0	7,068	55,13	494	636	848	990	1.130	1.272	1.413

Partant de là, on compare les câbles suivant la charge qu'ils ont à supporter, en tenant compte d'une perte par câblage de 12 à 25 0/0, suivant le nombre des fils.

Les câbles servant à la remonte du personnel travaillent généralement au dixième de leur charge de rupture à l'endroit le plus fatigué.

Suivant les installations, les câbles sont ronds ou plats; l'extraction avec câbles ronds est plus économique.

Câbles d'extraction en fils d'acier. — Les principaux types de ces câbles ronds en acier sont :

- Les câbles à câblage croisé ;
- Les câbles à câblage Lang ;
- Les câbles Nuflex ;
- Les câbles clos et semi-clos ;
- Les câbles à torons triangulaires ou aplatis.

Les câbles (a) sont constitués par des torons de fils enroulés en une seule couche autour d'une âme en chanvre ou métallique (à six torons généralement).

Dans le câblage Lang (b) les fils se présentent avec une forte inclinaison sur l'axe du câble et offrent au frottement une surface d'appui importante.

Les usines françaises fabriquent couramment des câbles ordinaires à section décroissante très utiles pour l'extraction à grande profondeur.

Les câbles Nuflex (c) sont antigiratoires et n'ont en outre aucune tendance à se détordre. On les utilise dans les fonçages, l'extraction

et l'équilibrage des câbles Koepe où ils remplacent très avantageusement les câbles plats. Ils peuvent s'incurver sans fatigue excessive sur des poulies à petit diamètre.

Les torons intérieurs sont câblés à gauche, les torons extérieurs le sont à droite. Les pas des hélices sont tels que tous les fils, sauf ceux d'âme, ont même longueur; ils travaillent donc tous de la même manière.

Les câbles clos et demi-clos (*d*) et (*e*) ont une âme métallique centrale (généralement un seul fil rond) recouverte d'abord par une série d'enveloppes de fils ronds puis par une ou plusieurs couches de fils spéciaux en X, Z ou trapézoïdaux.

Le câble clos a une enveloppe extérieure de fils X, Z ou trapézoïdaux enclavés l'un dans l'autre.

Le câble semi-clos a la couche extérieure constituée par une série de fils X et ronds alternés et emboîtés l'un dans l'autre.

Le type clos convient spécialement à l'extraction et aux fonçages, le semi-clos aux transporteurs aériens et aux guidages.

Les câbles clos sont étanches et conservent le lubrifiant dont ils sont imprégnés lors de leur fabrication.

Ceux qui servent à l'extraction ont jusqu'à cinq couches extérieures de fils spéciaux, mais on s'en tient généralement à trois couches.

Des câbles, calculés pour une même charge de rupture et fabriqués avec des fils d'acier de même résistance possèdent des caractéristiques très différentes d'après leur mode de confection et que montre le tableau comparatif ci-après :

TYPE DE CÂBLE	LANG	CLOS	A TORONS aplatis triangulaires	SEMI-CLOS à torons aplatis
Composition du câble.	6 torons sur âme métallique	3 couches closes ou semi-closes	6 torons à âme triangulaire et 2 couches de fils	1 couche semi-close
Diamètre du câble....	54 mm.	44,4	50	48,5
Section apparente....	2.290 ^{mm} 2,2	1.548,3	1.963,5	1.847,5
Poids par mètre.....	11,84	11,16	10,43	10,7
Densité apparente...	5,17	7,21	5,31	5,79
Résistance totalisée des fils.....	198,2	205,2	191,7	198,1
Perte au câblage.....	12,5 0/0	17,5	12,5	15
Résistance effective ..	173,4	169,3	167,7	169,0

La flexibilité a une très grande importance au point de vue de la fatigue à l'incurvation ; les types ordinaires et Nuflex sont les plus souples, le câble clos est le plus rigide.

Un câble qui ne prend plus d'allongement à l'essai de rupture ne présente plus de garantie de sécurité. L'allongement ne doit pas s'abaisser de plus de 0,5 à 0,8 0/0 par année de service ; pendant le même temps, la charge de rupture diminuera au maximum de 4 à 8 0/0.

Quant à l'allongement en service, à cause du réglage des cages et des coups de fouet, il doit être aussi faible que possible après quelques jours de fonctionnement normal.

Les câbles clos possèdent les qualités suivantes : densité élevée, surface extérieure lisse, grande résistance à la déformation, étanchéité, allongement faible, plus petit diamètre que les autres pour une même charge de rupture, ce qui permet de les enrouler sur des cylindres moins encombrants et de réaliser des obliquités plus faibles ; par contre, étant rigides, ils ne conviennent pas à toutes les installations. Pour les grandes profondeurs le câble Lang à section décroissante a une supériorité marquée.

La poulie Kœpe exigeant une grande adhérence utilisera de préférence le câble à torons aplatis.

Le câble Nuflex s'impose comme câble d'équilibre et câble de fonçage étant antigiratoire.

Câbles diminués. — Pour réduire le poids du câble déroulé dans le puits et la fatigue causée par son propre poids, on adopte, pour les grandes profondeurs, des câbles à section croissant de bas en haut, la section de chaque élément étant calculée de manière à ce qu'il ait seulement la section exigée par la charge totale qu'il a à supporter, c'est-à-dire le poids suspendu au bout du câble, augmenté du câble lui-même depuis son extrémité inférieure jusqu'à l'élément considéré.

Voici comment doit être établi le calcul d'un câble diminué en aloès :

Calcul des câbles plats en aloès d'égale résistance. — Supposons le câble suspendu dans le puits avec sa charge à l'extrémité.

Prenons comme origine le centre de figure de la section inférieure, comme axe des y l'axe longitudinal du câble, et comme axe des x la perpendiculaire à l'axe des y .

Désignons par $2x$ la longueur du câble en un point quelconque et par y l'ordonnée correspondante,

Soient :

a , le rapport constant de l'épaisseur à la largeur du câble ;

Q , la charge suspendue exprimée en kilogrammes ;

δ , le poids d'un mètre cube de câble ;

t , la tension par mètre carré qu'on peut faire supporter en toute sécurité au câble ;

L , la longueur du câble.

La section en un point quelconque du câble sera $4ax^2$. Elle devra supporter la charge à élever augmentée du poids de la partie du câble qui se trouve au-dessous, sans dépasser une tension de t kilogrammes par mètre carré.

Cette condition s'exprime par l'équation :

$$4ax^2t = Q + a\delta \int_0^y x^2 dy.$$

Différentiant, il vient :

$$8axtdx = 4a\delta x^2 dy$$

ou

$$\frac{2t}{\delta} \frac{dx}{x} = dy.$$

Intégrant et remarquant que, pour $y = 0$, $x = x_0$, on a :

$$\frac{2t}{\delta} t \frac{x}{x_0} = y.$$

$2x_0$, étant la largeur à la partie inférieure, est donné par la relation :

$$4ax_0^2 t = Q \quad \text{ou} \quad x_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{Q}{at}}.$$

Portant cette valeur dans l'équation ci-dessus, nous avons :

$$\frac{2t}{\delta} t \cdot \frac{2x}{\sqrt{\frac{Q}{at}}} = y \quad \text{ou} \quad t \cdot \frac{2x}{\sqrt{\frac{Q}{at}}} = \frac{\delta}{2t} y,$$

qui peut se mettre sous la forme :

$$\frac{2x}{\sqrt{\frac{Q}{at}}} = e^{\frac{\delta}{2t} y}$$

ou enfin

$$x = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{Q}{at}} e^{\frac{\delta}{2t} y}.$$

En donnant à y une série de valeurs toujours croissantes, on trouvera une série de points dont le raccordement donnera la courbe cherchée.

En pratique, on détermine simplement les valeurs de y pour lesquelles x varie de un demi-centimètre ; cela suffit pour construire un câble dont le profil ne s'écarte guère du profil théorique.

La longueur à la partie inférieure est :

$$2x_0 = \sqrt{\frac{Q}{at}}.$$

La longueur à l'enlevage est :

$$2xL = \sqrt{\frac{Q}{at}} e^{\frac{\delta L}{2t}}$$

La formule d'égalité de résistance doit être modifiée. — Il semble a priori qu'un câble construit d'après cette formule devrait réellement constituer le meilleur engin d'extraction. L'expérience montre qu'il n'en est pas ainsi.

Tous les câbles exécutés d'après cette formule périssaient régulièrement par l'enlevage et devaient être mis hors de service alors que la partie inférieure était encore en très bon état.

Cette détérioration rapide était due principalement au coup de fouet qui se produit au démarrage et à l'enroulement du câble sur lui-même, par suite duquel la partie la plus épaisse s'enroule suivant le rayon le plus petit.

Admettant que l'effet de ces deux causes de destruction est proportionnel à l'ordonnée de cette section, M. Vertongen Goens, constructeur à Termonde (Belgique), fit décroître progressivement la tension par unité de surface pour les différentes sections, en les rendant fonction de l'ordonnée.

Procédant par tâtonnements, il admit pour les profondeurs ordinaires un écart de 25 kilogrammes par centimètre carré, valeur qui était encore augmentée pour les profondeurs plus grandes. Cet écart devra, d'ailleurs être recherché dans chaque cas particulier.

On a reconnu l'exactitude de cette hypothèse en mesurant les allongements, après trois ou quatre semaines de service, des diverses sections d'un câble construit sur ces données, et on a reconnu que les écarts entre ces allongements restaient très faibles, ceux-ci restant compris entre 1 0/0 près de la patte et 4 1/2 0/0 à l'enlevage, tandis que les câbles d'égalité de résistance donnaient des allongements variant de 5 à 12 0/0.

L'emploi des câbles métalliques se généralise de plus en plus, parce qu'ils sont plus économiques que ceux en aloès.

Les câbles plats métalliques sont moins solides que les câbles ronds, plus coûteux de fabrication, et offrent moins de sécurité par suite de la présence de la couture et des difficultés de graissage.

Les câbles métalliques les plus employés en France sont à câblage long, dit câblage Lang. Les câbles Lang tendent, cependant à céder leur vogue à deux types de fabrication nouvelle : les câbles clos et les câbles à torons aplatis.

Le câble clos de par sa construction a, pour une même résistance, le diamètre minimum, d'où réduction du tambour d'enroulement : son allongement est faible, il est rigoureusement antigiratoire (fils profilés câblés en sens inverse des fils cylindriques), l'humidité ne pénètre pas

à l'intérieur, l'usure superficielle est faible, la surface de contact étant lisse et plus étendue.

Rayon d'enroulement des câbles. — Le rayon à donner au tambour ou à la bobine doit être :

Aussi grand que possible pour réduire à son minimum la fatigue du câble et porter à son maximum la vitesse des cages dans le puits pour une vitesse donnée à la machine ; assez petit pour ne pas obliger à donner à la machine une force trop grande et pour permettre avec un câble plat une régularisation suffisante des efforts à développer par la machine pendant l'ascension.

A ce point de vue de la régularisation des efforts, les câbles plats doivent être préférés aux câbles ronds, qui ne permettent de régulariser les efforts qu'autant qu'on les fait enrouler sur des tambours coniques.

Dans tous les cas, le rayon moyen à adopter peut se calculer à l'aide des formules suivantes :

Désignant par :

- H, la profondeur du puits ;
 P, la charge utile à extraire à chaque voyage
 P_1 , le poids mort suspendu à chacun des câbles ;
 p , le poids du mètre courant de câble ;
 e , son épaisseur constante s'il est à section uniforme, son épaisseur moyenne s'il est à section diminuée ;
 d , son diamètre, si le câble est rond ;
 $h > \frac{H}{2}$, la profondeur à laquelle a lieu la rencontre ;
 ρ , le rayon moyen d'enroulement, celui qui est le même pour les deux bobines à la rencontre des cages ;
 r , le rayon initial, celui de la bobine ou du tambour lorsque la cage est à l'accrochage du fond ;
 n , le nombre de tours nécessaire pour amener les cages de leur départ à leur rencontre ou de leur rencontre à leur arrivée ;
 φ , le demi-angle au sommet du cône formé par les génératrices du tambour conique ;
 l , l'écartement constant le long d'une génératrice, de l'axe du câble dans deux tours consécutifs ;
 $e' = l \sin \varphi$, la quantité dont croît le rayon à chaque tour ;
 $l = d$ dans le cas où les tours sont juxtaposés ;

$$n = \frac{H}{4\pi\rho}$$

$$\rho = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(P + 2P_1 + pH)e}{p\pi}}$$

$$h = \frac{H}{2} + \frac{H^2 e}{16\pi\rho^2}$$

$$r = \rho - ne.$$

En remplaçant dans ces formules e par $l \sin \varphi$, on aura les formules s'appliquant aux tambours coniques.

La régularisation obtenue en adoptant le rayon r ainsi calculé n'est pas parfaite, mais elle suffit dans la pratique: elle est telle qu'on a pour les forces agissant sur l'arbre des bobines, le même *moment* aux deux extrémités et au milieu de l'ascension.

En pratique, on devra presque toujours accepter des rayons d'enroulement notablement plus grands. Le *rayon minimum*, que l'on puisse accepter avec un câble d'une certaine importance, est d'un mètre: des rayons inférieurs imposeraient au câble une trop grande fatigue.

Extraction par le système Kœpe. — Créé en vue de régulariser l'extraction jusqu'à ces dernières années, le système Kœpe était peu usité en France. Grâce aux machines d'extraction électriques, il est désormais appelé à se répandre de plus en plus. Résumons ses avantages et ses inconvénients.

Le câble Kœpe présente le maximum de simplicité et de sécurité dans les manœuvres aux recettes.

Pendant la marche au charbon ou à la descente du personnel, on ne fait qu'une seule manœuvre de taquets au fond.

Au jour, la cage est libre, les taquets sont effacés, l'opération se réduit au décaement à l'encagement des berlines. A la cordée suivante, la cage part directement; si le mécanicien se trompe dans le sens de la marche, les cages restent immobiles; pas de danger de mise aux molettes dans ce cas. Les deux cages étant solidaires, le câble est toujours tendu, il n'y a pas un coup de fouet à l'enlevage.

La rupture du câble tête entraîne la chute des cages et du câble au fond du puits si les parachutes sont insuffisants.

Avec un puits bien droit, à l'abri des mouvements de terrain, l'extraction par le système Kœpe est avantageuse aux profondeurs moyennes, mais il perd ses avantages aux grandes profondeurs;

1° A cause des balancements et des fouettements du câble tête et du câble queue;

2° Et surtout par suite de la nécessité de conserver une *section uniforme* aux câbles.

Les conditions d'adhérence du câble seront d'autant meilleures au démarrage que l'accélération sera plus faible.

Extraction par Skips. — L'installation de skips tend à se répandre. On leur reconnaît plusieurs avantages: réduction du poids mort transporté à contenu égal; réduction de ce poids mort par suite du contenu plus faible que l'installation de silos au fond permet de donner au skips; câble plus mince et plus léger; molettes plus petites et plus légères; moindre effort à fournir, donc machine plus faible, fondations plus économiques; chevalement plus léger, malgré la hauteur généralement plus grande; adaptation plus facile à la diversité des débouchés: expédition par fer, par toiles, par câbles aériens, ou cri-

blage immédiat ; possibilité d'atteindre des tonnages inusités, avec un encombrement de puits minime (on peut utiliser de petits goyaux) ; réduction de section des puits, économie de matériel roulant et de personnel. Les difficultés de circulation du personnel conduisent à la conception du puits à grand débit, avec installation de skips et de cages pour le personnel et le matériel.

Quant au bris des charbons, il ne dépasse pas 3 0/0 aux mines Ostfeld-Hindenburg (Haute-Silésie).

APPAREILS DE TRACTION SOUTERRAINE

Leur chargement se fait à la *main* pour les *gros morceaux*, à la *pelle* pour les *morceaux moyens et menus*, après avoir séparé les morceaux des menus, ou en chargeant d'abord avec une *pelle à grille*.

Un homme peut charger ainsi dans sa journée, en wagonnets de hauteur ordinaire, de 125 à 200 hectolitres de charbon, selon la hauteur des galeries.

Déblaiement du front de taille. — Le déblaiement du front de taille, c'est-à-dire l'enlèvement des minéraux extraits (houille, minerai, etc.) de leur lieu d'extraction et leur évacuation de la galerie d'avancement jusqu'à leur transfert au roulage des galeries principales sont d'un intérêt de plus en plus grand et deviennent l'objet d'efforts d'amélioration. On tend à les simplifier le plus possible sans nuire à la qualité du minerai extrait et à les rendre plus économiques, par là, à augmenter directement ou indirectement la production, l'économie et la sécurité de l'extraction. Ceci est particulièrement vrai en ces derniers temps, pour les veines de houille de faible et de moyenne épaisseur, horizontales ou d'une inclinaison allant jusqu'à 25° environ, au-dessous desquelles on ne peut faire rouler ou glisser automatiquement dans une chute ou une gouttière en fer, ou sur le sol même de la veine, la houille qui en est extraite.

Dans de telles conditions, on a souvent remplacé déjà par des moyens mécaniques de transport le pelletage de la houille, généralement usité jusqu'ici pour la porter jusqu'à la galerie d'extraction ou de roulage la plus voisine, et son transport par des bennes de ces points jusqu'à un plan incliné. Ces moyens mécaniques sont les *gouttières à secousses*, les *courroies transporteuses*, les *convoyeurs*, etc., qui doivent apporter plus ou moins de modifications à la méthode d'exploitation et d'extraction, d'abatage, de remblayage, d'aérage, à la surveillance de l'exploitation, etc.

Les *gouttières à secousses* sont, de beaucoup, les plus répandues sur le continent européen, notamment en Allemagne et en Autriche. Il en existe plusieurs centaines d'installations, de systèmes et de

formes différents. Leur emploi est à conseiller dans tous les cas où les conditions du gîte s'y prêtent.

Les *transports par courroies* perdent, au contraire, beaucoup de leur importance. Ils ne subsistent guère que dans les veines plissées et irrégulières. Toutefois, leur rapide usure est un obstacle à leur généralisation.

Le déblaiement par *convoyeurs* est principalement employé en Angleterre, d'après des systèmes multiples et plus ou moins différents les uns des autres. Il atteint parfois à un haut degré de perfection, et il a permis, dans de nombreuses mines, d'obtenir des rendements notablement plus élevés qu'autrefois avec des économies considérables. Sur le continent, il est notamment employé à Mährisch-Ostrau, où l'extraction au moyen de certains convoyeurs a donné de bons résultats parallèlement aux gouttières à secousses qui y sont également employées; toutefois son emploi n'a pas été étendu.

Transport du chantier à la voie de roulage. — Le transport du charbon à la voie de roulage se fait :

A la *pelle*, dans les tailles ordinaires (boutage ou reculage) ;

A la *manne*, lorsque la longueur à parcourir dépasse quelques mètres ;

Par *cheminées avec trémies*, dans les ouvrages à gradins ;

Par *portage à dos*,

Par *trainage sur le sol*, { lorsque la distance à parcourir est im-

Par *brouette*, { portante.

On trouvera dans le tableau suivant les conditions dans lesquelles peut se faire ce transport accessoire. (Voir p. 159.)

Transport par chevaux à l'intérieur des mines. — Écuries.

L'emploi des *chevaux* peut être étendu, lorsque les quantités à transporter le réclament, à des galeries n'ayant pas plus de 1^m,10 à 1^m,20 de hauteur : il y a, en effet, des chevaux qui n'ont pas plus de 0^m,90 de hauteur au garrot.

Les chevaux sont plus sensibles que l'homme aux températures élevées et à l'insuffisance d'aérage qu'on trouve souvent dans les mines.

Si les travaux aboutissent au jour par une galerie horizontale ou une fendue convenablement inclinée, on établira l'écurie hors de la mine, sinon les chevaux séjourneront constamment dans les travaux.

Les *écuries* doivent être placées près du courant d'air, au voisinage du puits d'entrée d'air, et il convient qu'elles soient pavées avec sol légèrement incliné ; on leur donnera :

Une largeur de 1^m,25 à 1^m,50 par cheval, suivant la taille.

Une longueur de 2^m,50 à 3^m,50 — —

Une hauteur de 3^m,50 à 4^m,00 — —

Transport du chantier à la voie de roulage.

MODE DE TRANSPORT EMPLOYÉ	MATÉRIEL DE TRANSPORT			CHARGE UTILE transportée	ESPACE parcouru en charge dans une journée	EFFET UTILE en tonnes à 1.000 m.	PRIX DE REVIENT	
	Nature	Capacité	Poids kilog.				Prix fr.	Salaires journalier de l'ouvrier
Portage à dos d'hommes (1).....	Sacs ou mannes.				mètres	tonnes	francs	
Trainage sur le sol par hommes ou jeunes gens (2).....	Cuveaux à patins ou paniers.	0 ^m ,70 X 0 ^m ,45 sur 0 ^m ,60 de hauteur.	30	15 à 20	4.000	0,160	francs	
Trainage sur le sol par enfants (3).....			"	"	5.000	0,250	2,50	10,00
Trainage sur le sol par che- vaux (4).....	Bennes à patins.	250 à 300 k.	130	80	6.000	0,420		
Transport par brouette (5).....	Brouettes à longs brancards.	60 à 100 k.	"	"	"	0,720	3,00	4,15
Transport par tombereaux (6).....	Tombereaux à 2 ou 4 roues.	1.000 k.	"	"	"	0,210	2,00	9,50
					200/ 700	2,400	6,00	2,50
					60 100	0,810	3,00	3,00
					700/ 1.000	12,000	0,50	0,50
							Cheval et cond.	Cheval et cond.

OBSERVATIONS. — (1) Le portage à dos est le moyen de transport qui demande le moins de préparation dans le chemin à parcourir ; il se prête aux parcours les plus accidentés.

(2) La charge dépend du coefficient de frottement qui se développe entre le sol et la voie de transport.

(3) Sur une pente de 15°, la benne commence à descendre seule. Au delà de 15°, elle doit être retenue à la descente. Au delà de 25° à 30°, il faut s'aider d'un câble passant sur une poulie ou établir des *rencontres*.

(4) Le parcours en charge a une tendance à augmenter en même temps que la distance.

(5) Transport par relais de 30 mètres sur niveau ou de 20 mètres sur les rampes au douzième qu'on établit pour sortir d'une tranchée profonde.

(6) Les distances doivent être assez grandes pour que le nombre des voyages ne soit pas trop multiplié.

Prix de revient et nourriture des chevaux. — Dans les conditions ordinaires, un cheval coûte par an, amortissement et soigneur compris, de 1.000 à 1.500 francs, suivant la force du cheval et le prix des fourrages et avoine : c'est-à-dire, en chiffre rond, de 3 à 4 francs par jour.

Dans les houillères du Nord et du Pas-de-Calais, les *chevaux du fond*, qui sont de moyenne taille, ne coûtent souvent que 2 fr. 50 par jour, amortissement, entretien, ferrage et harnais compris.

La *nourriture* journalière d'un cheval comprend :

	Avoine kil.	Foin kil.	Paille kil.	Son kil.
Forts chevaux du jour.....	8,000	6,000	5,000	» »
Chevaux du fond {	grands.....	6,000	6,000	5,000 2,000
	moyens.....	4,500	4,500	4,000 1,000
	petits.....	3,500	3,000	3,000 0,500

Chemins de fer de mines.

Les *chemins de fer de mines* s'établissent dans des conditions d'autant plus simples que le transport auquel ils doivent suffire est moins important : la voie sera formée de simples *barres de fer rectangulaires* dans les chantiers et les galeries à circulation peu active, tandis qu'elle sera formée de *rails à patin* souvent éclissés et fixés par des tirefonds sur leurs traverses, dans les grandes galeries de roulage des houillères à très grandes productions.

La *section* et le *poids* à donner aux rails varieront avec la charge roulante qu'ils devront supporter normalement : on trouvera dans le tableau suivant les dimensions les plus généralement adoptées à cet égard pour les rails rectangulaires, qui sont d'un usage courant dans les exploitations moyennes.

Poids du wagonnet plein, kil.	Section du rail :		Poids du rail par mètre courant. kil.
	Hauteur. millim.	Largeur. millim.	
300	40	10	3,110
500	50	10	3,890
700	55	12	4,670
900	60	15	7,000
1.200	70	15	7,820
1.500	70	18	9,810

Ces dimensions sont celles qu'on adopte lorsque les *traverses* sont distantes de 0^m,67 : elles devraient augmenter ou diminuer si l'écartement des traverses était inférieur ou supérieur à ce chiffre.

Conditions d'établissement des chemins de fer des mines. —

Les chemins de fer où la *résistance à la traction* n'est, en état normal, qu'une très faible fraction de la charge, excluent :

En plan les *courbes* de rayon trop réduit :

Et, en profil, les *pentés* supérieures aux *pentés d'équilibre* ou d'égalé résistance.

En pratique, avec un *matériel léger*, on peut admettre :

Des *rayons* de 10 à 15 mètres :

Et des *pentés* de 20 0/0, à la condition d'*embarrer* les roues. Dans ces conditions, 20 mètres parcourus sur ces *demi-pentés* sont comptés comme 30 mètres sur niveau.

Au delà de 20 0/0, des *plans inclinés* doivent être installés.

Frais de transport sur voie ferrée. — Effet utile. — L'homme payé de 4 à 6 francs par jour fournit dans sa journée de 2 à 4 tonnes kilométriques *utiles*, c'est-à-dire calculées sur le poids utile transporté.

Cela revient à dire que le coût de la tonne kilométrique par ce moyen varie de 1 fr. 50 à 2 francs.

Le cheval peut fournir en moyenne un effort kilométrique utile compris entre 25 et 40 tonnes. On peut même atteindre le double avec des voies bien soignées, des *pentés* d'égalé résistance, un bon graissage, etc.

La journée de cheval revient, ferrure, palefrenier et nourriture comprise mais sans amortissement de sa valeur, à 3 fr. 50. En y ajoutant 4 fr. 50 pour le conducteur, cela fait un total de 8 francs pour 40 tonnes, soit 20 centimes par tonne kilométrique; c'est un minimum généralement dépassé.

Matériel de transport intérieur. — Construction. — Le *matériel roulant* doit être étudié de manière :

A réduire au minimum les dimensions des galeries; à ce point de vue, c'est la caisse à section rectangulaire qui donne le maximum de capacité pour des dimensions extérieures données;

À permettre au conducteur de remettre à lui seul sur la voie le wagon déraillé. Pour cela, il faut rapprocher les essieux le plus possible;

Enfin, à être assez maniable pour que le transport intérieur puisse être confié à des jeunes gens, presque à des enfants, qui prennent ainsi l'habitude de la mine.

Les *roues* seront *calées* sur l'essieu toutes les fois que la légèreté du matériel lui permettra de circuler facilement partout, sa *stabilité* et la *verticalité* des *roues* étant mieux assurées par des *roues calées*.

Les *roues* seront *folles* si le matériel est lourd et s'il doit circuler sur une voie large à courbes roides ou sur des dallages étendus.

La *matière* à employer sera le *bois*, qui rend les réparations plus faciles et l'entretien moins coûteux. On emploiera le *fer* lorsque, sous des dimensions extérieures données, il faudra obtenir une capacité maxima.

Transport par des moyens mécaniques. — Dans certaines gale-

ries de *grande longueur* et à *grande circulation*, il peut y avoir intérêt à employer des *moyens mécaniques* : *locomotives* ou *machines fixes* avec *câbles* ou *chaines* remorquant les wagonnets attelés à chacune des extrémités d'un *câble trainant*, ou engagés isolément au-dessous d'une *chaîne* ou d'un *câble flottant*.

Poids mort des wagonnets. — Le *poids mort* des wagonnets de mines représente en moyenne 40 0/0 de la charge utile.

Ce rapport est, du reste, un peu plus fort pour les wagonnets où le bois domine que pour ceux qui sont exclusivement en métal.

Transports par plans inclinés automoteurs.

L'installation des plans inclinés automoteurs varie beaucoup avec la méthode d'exploitation adoptée, et la nature des couches.

Lorsque l'*inclinaison* d'un plan incliné dépasse 30°, il est indispensable d'employer des *chariots porteurs*.

Ces plans peuvent être à 2, 3 ou 4 rails, suivant l'intensité du service qu'il s'agit d'assurer. Dans les tailles souterraines, ils sont en général à une voie, avec contrepoids inférieur au wagonnet.

TRANSPORTS AÉRIENS

Les transports aériens au moyen de câbles tendus sur une série de supports ont des applications de plus en plus nombreuses dans les mines. Cette solution, qui ne change pas la configuration du sol et qui permet de réaliser des transports importants dans des pays extrêmement accidentés, en utilisant la gravité, est précieuse à notre époque de mise en valeur des gisements dans les pays neufs dépourvus de toutes voies de communication.

Ces transporteurs aériens se rapportent à trois types principaux :

1° Câbles avec va-et-vient, les wagonnets-porteurs marchant alternativement dans les deux sens sur le même câble ;

2° Câbles tracteurs et porteurs à la fois, les wagonnets marchant dans le même sens ;

3° Câbles porteurs et câbles tracteurs séparés à marche continue.

Câbles à circulation alternative. — Ces câbles conviennent pour des installations volantes et de petits débits. On les construit très simplement en les amarrant en tête à un arbre et en les tendant en bas avec un treuil en bois ou avec un contrepoids, ce dernier calculé au cinquième de la charge de rupture.

On peut descendre automatiquement, avec des wagonnets montés sur poutrelles, dès que la corde de la chaînette qui forme le câble atte...

crochet de bois dur qu'on remonte à dos d'homme ou de bête de somme.

Pour les wagonnets à roulette, il ne faut pas dépasser une vitesse de 6 mètres par seconde.

Le diamètre de ces petits câbles ne doit pas dépasser 15 millimètres pour être réellement portatif et facile à tendre et à enrouler.

Débit maximum, 30 à 40 tonnes par jour.

Câbles tracteurs et porteurs à la fois. — Ces installations sont économiques, mais elles ne conviennent que pour des tonnages réduits et pour des pentes faibles. On comprend aisément, en effet, que ces appareils travaillent dans des conditions désavantageuses, vu qu'ils exigent la mise en marche de la masse considérable qui représente le câble unique tracteur et porteur, dont le diamètre descend rarement au-dessous de 20 millimètres.

On les construit en fil d'acier à haute résistance et on les tend au moyen de contrepoids faisant travailler le câble au 1/8 de sa charge de rupture.

La vitesse de marche ne doit pas dépasser 3 mètres par seconde, et on doit être naturellement beaucoup plus sévère pour la distance maxima des pylônes que dans le procédé dont il est question plus loin.

L'appareil d'accouplement à griffes, qui n'exige pas de levier de manœuvre, est à recommander tout particulièrement pour ce genre de câbles. Voici un exemple d'un monocâble de ce genre établi au Japon, pour la « Omine Naval Briquette Factory », qui donne les caractéristiques principales de ce genre d'appareil.

Les caractéristiques de l'installation sont les suivantes :

Longueur de la voie.....	1.350 mètres
Débit à l'heure.....	15.000 kilogrammes
Différence de niveau entre les stations terminales :	
Descente.....	90 mètres
Pente maximum.....	38 pour 100
Vitesse du câble de traction.....	2 mètres par seconde
Contenance d'un wagonnet.....	150 kilogrammes
Distance entre les wagonnets.....	72 mètres
Intervalle entre les wagonnets.....	36 secondes
Force motrice nécessaire, environ.....	6 chevaux
Câble convoyeur de 20 millimètres de diamètre, et 180 kilogrammes de résistance à la rupture par millimètre carré.	

Transports par câbles porteurs et par câble tracteur. — Dans ce système, qui est le seul qui convienne à des profils accidentés et à des débits considérables, les câbles porteurs sont fixes, et les wagonnets circulent sur eux au moyen d'un câble tracteur sans fin auquel ils sont reliés par un accouplement automatique muni de roulettes, qui permettent de faire circuler les wagons suspendus sur

des voies de garage convenablement ménagées, tant pour le chargement que pour le déchargement.

Les câbles porteurs sont de diamètre différent, la ligne chargée pouvant atteindre dans certains cas des diamètres de 50 millimètres. Le câble de retour qui constitue la voie des vides dépasse rarement 28 millimètres. Ces câbles sont fixés à l'une de leurs extrémités dans un massif d'ancrage et tendus par des contrepoids réglés au 1/5 de leur charge de rupture. Il est bon, surtout pour des profils accidentés, de ne pas dépasser pour chacun des éléments de ces câbles une longueur de 12 à 1.500 mètres. On relie tous ces tronçons par des rails intermédiaires sur lesquels passent sans interruption de parcours les wagonnets attelés sur le câble tracteur, lequel doit être naturellement sans fin. Ces rails intermédiaires constituent un prolongement forcé des câbles porteurs, déviés en cet endroit même vers leurs appareils tendeurs, l'ensemble des dispositifs constituant une station de compensation.

Les fils d'acier des câbles porteurs doivent avoir une qualité suffisante pour atteindre 130 à 140 kilogrammes de résistance à la rupture par millimètre carré. Les câbles tracteurs doivent donner dans les mêmes conditions 160 à 180 kilogrammes.

Stations d'angle. — Le tracé de ces câbles admet parfaitement une forme polygonale (stations d'angle) : on en construit d'entièrement automatiques ; mais, en général, le service de ces stations nécessite deux hommes pour surveiller la bonne expédition des wagons.

Pylônes. — Toutes les fois qu'une ligne est prévue pour une durée dépassant cinq ans, l'emploi de pylônes en fer, même dans un pays forestier, est à recommander de préférence au bois. En ce qui concerne la distance entre ces pylônes, on peut envisager hardiment des portées libres allant jusqu'à 850 mètres, comme c'est le cas dans le chemin aérien exécuté par la maison Bleichert pour le Gouvernement argentin. Ce qu'il faut surtout éviter dans l'étude du profil en long, ce sont les arêtes vives du câble au passage des crêtes montagneuses.

Force motrice. — Dans les câbles automoteurs, la force motrice est fournie par la gravité, et des dispositifs spéciaux consistent surtout en roues à palettes tournant dans l'air ou dans l'eau, qui empêchent le mouvement de s'accélérer par trop et de dépasser une vitesse de 3^m,50 par seconde, au delà de laquelle il ne convient pas de prévoir le débit horaire.

On peut recourir à la formule suivante pour la détermination empirique de la force nécessaire à un câble :

Si l'on désigne par

L , la longueur de la ligne en mètres,

Q , le débit horaire en tonnes,

H , la différence de niveau des stations extrêmes,

pour une montée, il faut faire précéder H du signe + et pour une descente du signe —.

N, le nombre de chevaux nécessaires ;

N_0 , une constante pour tenir compte du frottement dans les stations terminales comprises entre 0,5 et 5 ; on a :

$$N = \frac{Q}{270} \left\{ \frac{l}{100} [2 + 0,005 (100 - Q)] - H \right\} + N_0.$$

Pour de faibles excédents de force, il est préférable de prévoir un moteur de secours pour la mise en marche et dans le cas d'une mauvaise répartition des wagonnets, notamment si le profil présente au départ une montée pour redescendre après.

Exemples d'installation. — Voici quelques exemples de chemins aériens construits récemment et appliqués à l'exploitation des mines et carrières :

Chemin aérien exécuté à Ténès, en Algérie, pour la Compagnie des minerais de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, à Paris. — Ce chemin aérien se compose de deux tronçons en ligne droite réunis entre eux par une station courbe automatique. Il est destiné à transporter du minerai de fer de la mine à un dépôt établi au port de Ténès.

Données caractéristiques de l'installation :

Longueur totale de la ligne.....	7.120 mètres
Rendement par heure.....	20.000 kilogrammes

Différence de niveau des stations extrêmes :

Descente.....	284 mètres
Vitesse du câble de traction.....	2 mètres par seconde
Contenance d'un wagonnet.....	333 kilogrammes
Distance entre deux wagonnets.....	120 mètres
Intervalles.....	60 secondes
Force motrice.....	0 cheval
Diamètre des câbles porteurs pour le câble à charge.	30 millimètres
Type de 100 kilogrammes de résistance à la rupture par millimètre carré pour le câble à vide.....	22 millimètres
Câble tracteur en fils d'acier de 180 kilogrammes de résistance à la rupture par millimètre carré.	17 millim. de diamètre
Portée libre maxima.....	477 mètres
Pente maxima.....	40 pour 100

Chemin aérien pour le transport de pierres calcaires pour M. Solvay et Cie, à Dombasle-sur-Meurthe. — Installation aux carrières d'Aingey. — Le chemin aérien a pour but d'amener la pierre calcaire de la carrière aux trémies de chargement des bateaux à la station au canal.

La ligne comporte un service automatique de déchargement des wagonnets aériens dans les trémies au canal, avec emploi de poulies

d'angle et de retours automatiques sans aucune main-d'œuvre.

La longueur de la ligne est d'environ.....	625 mètres
La descente utile de.....	33 mètres
Le débit à l'heure.....	200.000 kilogrammes
La contenance des wagonnets.....	1.000 kilogrammes
La vitesse du câble tracteur.....	1 ^m ,25
La distance entre les wagonnets.....	22 ^m ,50
L'intervalle entre les wagonnets.....	18 secondes
Diamètre des câbles porteurs de construction close de 100 kilogrammes de résistance à la rupture par millimètre carré :	
Porteur à charge.....	52 millimètres
Porteur à vide.....	33 millimètres

Câble tracteur à torons en fils d'acier fondu de 180 kilogrammes de résistance à la rupture par millimètre carré : 20 millimètres de diamètre.

Excédent de force : environ 5 chevaux.

Chariots à quatre roues. — On construit des transporteurs aériens, dont quelques-uns ont 30 et 37 kilomètres de long, sur lesquels on applique des chariots à quatre roues ayant les avantages suivants :

- 1° La charge se répartit sur quatre points du câble au lieu de deux ;
- 2° La courbure des câbles, par suite de la plus grande longueur du chariot, est à peu près deux fois plus faible que celle qui se produit sous le chariot simple.

Les câbles porteurs sont ainsi considérablement ménagés, ce que du reste la pratique a attesté d'une façon indiscutable.

Il existe des transporteurs aériens qui transportent par heure 250 wagonnets. En admettant une charge unitaire de 2.000 kilogrammes nets, admissible tant que le chariot de roulement à quatre roues est appliqué, on obtiendra une capacité horaire de 500 tonnes.

Le transporteur aérien d'Aumetz-Knuttange (Lorraine), qui a 11 kilomètres de longueur, a transporté dans ces dernières années, selon les rapports annuels de la société, plus de 2 1/2 millions de tonnes de minerai. — Les frais de transport s'élèvent à 1,5 à 2 pfennig la tonne-kilomètre.

En employant des chariots à quatre roues, les frais de transport se réduiront davantage encore.



CIRCULATION DES OUVRIERS

Entrée et sortie des ouvriers. — Le mode d'introduction des ouvriers varie avec la profondeur des travaux, la disposition du gîte et le nombre des ouvriers.

On emploiera :

Des *cheminées* ou *fendues*, toutes les fois que la pente ne dépassera pas 30° (14 de base sur 2 de hauteur);

Des *escaliers* taillés dans le sol pour des pentes supérieures jusqu'à 45°;

Des *échelles* établies dans des cheminées, des puits spéciaux ou des puits d'extraction, dès que la pente dépasse 45°.

Dès que la profondeur dépasse 300 mètres pour une grande production et 500 mètres pour une faible production, il y a intérêt à employer des *moyens mécaniques*, le temps et la force exigés pour la descente et la remonte réduisant considérablement l'effet utile des ouvriers.

Les *moyens mécaniques* seront :

Les *cages*, dans les puits d'extraction ordinaires;

Des *cages spéciales*, dans un puits spécial desservant plusieurs niveaux d'extraction.

Des *appareils à tiges oscillantes* (Fahrkunst ou Warocquères), pour les profondeurs supérieures à 600 mètres ou la circulation d'ouvriers très nombreux.

Échelles. — Les *échelles* sont en bois ou en fer et présentent les dimensions suivantes

	Bois	Fer
Largeur intérieure.....	0 ^m ,250	0 ^m ,250
Largeur extérieure.....	0 ^m ,350	0 ^m ,260 à 0 ^m ,280
Hauteur des montants.....	0 ^m ,100 à 0 ^m ,120	0 ^m ,060 à 0 ^m ,066
Écartement des échelons d'axe en axe.....	0 ^m ,200 à 0 ^m ,250	0 ^m ,200 à 0 ^m ,250
Diamètre des échelons.....	0 ^m ,040 à 0 ^m ,045	0 ^m ,025 à 0 ^m ,032
Poids par mètre courant....	8 ^{kg} à 10 ^{kg}

Pour les échelles en bois, il faut préférer les échelons *méplats* à angles arrondis.

L'*inclinaison* des échelles doit être de 70 à 72° environ.

L'*écartement* des paliers varie de 4 à 10 mètres, suivant les dimensions des compartiments.

Descente et remonte des ouvriers par l'appareil d'extraction.

— La *descente* et la *remonte* des ouvriers par les tonneaux ou les cages

d'extraction sont la pratique générale dans les houillères de profondeur moyenne.

Un tonneau peut recevoir de 5 à 10 ouvriers

Et une cage, de 6 à 24 ouvriers.

C'est le mode de circulation indiqué, toutes les fois que l'extraction des produits n'absorbe pas entièrement l'appareil d'extraction.

On a réuni, dans le tableau suivant, les conditions dans lesquelles se font cette descente et remonte, dans des houillères produisant 500 tonnes par jour, à la profondeur de 600 mètres, avec 400 ouvriers occupés au fond.

	Extraction par	
	bennes flottantes.	cages guidées.
Nombre d'hommes descendus à la fois.	10	16
Nombre de voyages à faire.....	40	25
Vitesse de descente par seconde.....	1 ^m ,00	6 ^m ,00
Durée d'un voyage.....	0 ^h 10'	0 ^h 1' 40"
Temps perdu entre deux voyages.....	0 ^h 2'	0 ^h 1'
Temps total par voyage.....	0 ^h 12'	0 ^h 40'
Temps total pour la descente.....	8 ^h	1 ^h 15'
Temps total pour la remonte.....	8 ^h	1 ^h 15'
Temps total pour la descente et la remonte.....	16	2 ^h 30'

Appareils à tiges oscillantes. — Les échelles mécaniques doivent être adoptées, même pour les mines métalliques à moyenne production, toutes les fois que la profondeur dépasse 600 à 700 mètres, parce qu'en général, dans ces mines, l'appareil d'extraction n'est pas établi de manière à permettre la circulation régulière des ouvriers.

Pour les houillères, elles s'imposeront, lorsque la machine d'extraction devra donner tout son temps à l'extraction de la houille et de l'eau.

Calcul d'appareils à tiges oscillantes. — Désignant par :

H, la profondeur du puits en mètres ;

l, l'écartement des paliers en mètres ;

n, le nombre d'oscillations doubles par minute ;

$m = \frac{H}{l} =$ le nombre de paliers ;

p = 65 kilogrammes environ = le poids moyen des hommes à faire circuler,

on aura pour :

La charge à élever K :

$$K = \frac{H}{l} 65 = m \times 65 \text{ kilogrammes ;}$$

l'espace parcouru par minute e :

$$e = l \times n;$$

e travail à développer par seconde T :

$$T = \frac{\frac{H}{l} \times 65 \times l \times n}{60} \text{ kilogrammètres;}$$

la force théorique en chevaux F à donner à la machine :

$$F = \frac{\frac{H}{l} \times 65 \times l \times n}{60 \times 75};$$

la force effective F' à donner à la machine :

$$F = 1,25 \text{ à } 1,50 F.$$

Appareils portatifs d'éclairage.

S'il existe un grand nombre de lampes de mineur, il n'y a en réalité que fort peu de types originaux. M. Le Chatelier, en 1849, en reconnaissait six : les lampes Davy, Clanny, Mueseler, Marsaut, Fumat, Gray. Depuis cette époque, on en compte divers systèmes : lampe Wolf, Body-Firket, Mulkay, Grümer et Grimberg, Koch, Demeure, Joris, etc.

La benzine a depuis longtemps conquis sur l'huile grasse une importance qui s'accroît tous les jours. Son succès tient à ce qu'elle augmente le pouvoir éclairant et rend le rallumage plus facile. Mais, à côté de ces avantages, il convient de signaler quelques inconvénients : les lampes à benzine chauffent davantage que les lampes à huile, surtout dans les milieux grisouteux, et les verres cassent plus souvent.

Quand la lampe est secouée, l'extinction est plus fréquente qu'avec une lampe à huile ; le maniement de la benzine est assez dangereux.

En examinant les dessins des lampes, on voit qu'il y a différentes manières d'amener l'air sur la mèche. L'alimentation se fait tantôt exclusivement par le bas du verre, tantôt exclusivement aussi par le haut, c'est ce que l'on désigne sous le nom d'alimentation renversée ; enfin, on introduit encore l'air des deux côtés à la fois. Ces différents moyens influent sur le pouvoir éclairant, mais ils n'offrent pas la même sécurité. Davy avait remarqué l'influence favorable des gaz brûlés dans la lampe ; l'alimentation renversée la met à profit, car alors la lampe se remplit très difficilement d'un mélange explosif parfait. Il n'en est pas de même avec l'alimentation ascen-

dante ou mixte, la lampe chauffée dans un milieu grisouteux fait office de cheminée ; le gaz explosif continue à entrer dans la lampe lorsque la flamme est éteinte et peut la purifier entièrement des gaz inertes de la combustion intérieure. On peut donc avoir dans ce cas une lampe parfaitement remplie d'un mélange explosif. Si, à ce moment, on met en œuvre un rallumeur, on provoque l'explosion à l'intérieur de la lampe, qui peut très bien, quoi qu'on en dise, se propager au dehors.

De toutes façons il faut proscrire le rallumeur à *amorces fulminantes* et s'en tenir au rallumeur à *amorces fusantes*.

Les lampes à rallumeur peuvent rendre de réels services pour des postes de secours en cas d'accidents.

Pour prévenir les imprudences des ouvriers, le mode de fermeture a fait l'objet de l'attention des inventeurs. On a le choix entre divers systèmes également efficaces, quelques-uns fort ingénieux : fermeture hydraulique Cuvelier, fermeture magnétique Villers-Wolf, fermeture plombée, etc. La fermeture au gros rivet de plomb est robuste, visible, constatable et contrôlable à l'œil.

A notre avis, la lampe belge Mueseler, munie récemment d'une cuirasse, est excellente, mais nous lui préférons la lampe Marsaut, qui tient le record de la résistance dans les milieux inflammables et qui a servi de prototype aux lampes Wolf et autres spécimens nouveaux.

La lampe Joris est très robuste, sans poids excessif (2^k,100), d'un entretien facile, et les manipulations pour le remplacement de l'ampoule sont très simples. Elle a un très fort pouvoir éclairant : 2 bougies, avec une moyenne de 1,4 bougie pour un poste de dix à douze heures, d'après de récentes expériences faites à Frameries ; l'accumulateur aurait une longue durée et pourrait supporter deux mille décharges, il resterait insensible aux charges trop longues ou de trop grande intensité.

Dans certaines mines métalliques, on fait usage de lampes portatives à acétylène.

La lampe de sûreté pour mineurs a suivi, quoique plus lentement, une évolution dans le même sens que l'éclairage ordinaire :

De 1890 à 1900, la lampe à huile est peu à peu supplantée par la lampe électrique à accumulateur.

Lampes à flamme. — Si la lampe à huile chauffe peu, use moins de verres et s'éteint moins facilement, la lampe à essence, par contre, présente un pouvoir éclairant presque double — environ 0,6 bougie — et peut être rallumée au fond au moyen de bandes d'amorces paraffinées ; celles-ci sont le seul procédé de rallumage autorisé en France dans les milieux grisouteux ; elles doivent être fusantes et non fulminantes. Les manipulations et remplissages d'essence à la lampisterie, demandant un local isolé et certaines précautions, mais une fois les

lampes égouttées, l'essence est maintenue seulement par l'ouate du réservoir et ne présente aucun danger.

Les lampes actuelles ont la plupart un double tamis et une cuirasse protectrice au-dessus du verre. L'alimentation d'air qui avait lieu précédemment par le haut se fait plutôt par le bas actuellement : la couronne inférieure d'admission d'air comporte aussi une double toile métallique, elle assure une meilleure évacuation des gaz brûlés et surtout des fumées produites par les amorces au rallumage, dans le cas des lampes à essence. Le rallumeur est le plus souvent manœuvré par une clé latérale, en raison du danger que présentait le modèle à tirant vertical inférieur quand ce rallumeur avait pu être repoussé en haut — en cas de mauvais état de l'organe de retenue — et mettre ainsi en communication directe l'intérieur de la lampe avec l'extérieur.

Comme fermeture de sûreté, le rivet de plomb est peu à peu abandonné, car il n'empêche pas, mais révèle seulement après — et pas toujours nettement — une ouverture frauduleuse. La fermeture magnétique est partout adoptée et de plus en plus renforcée, pour éliminer totalement ces fraudes, ce qui conduit à employer à la lampisterie — au lieu d'aimants permanents — des électro-aimants plus puissants. Une prescription ministérielle de juin 1927 impose un effort minimum de 400 grammes pour comprimer le ressort du verrou et nous pouvons citer comme types de fermeture les plus puissants et éprouvés :

La fermeture Arras à verrou de coincement horizontal qui s'ouvre sous un effort moyen de 600 grammes ;

La fermeture Villiers-Petit à verrou vertical, qui s'ouvre sous un effort moyen de 7 kilogrammes et qui a été adoptée pour la lampe « Standard » de la Commission française du grisou.

Les lampes à flamme, dérivées du prototype Davy, comportaient en 1912 les types principaux ci-après agréés par le Ministère des travaux publics :

A huile : Marsaut, Fumat (3 variantes), Thomas Grey :

A essence : Marsaut, Fumat (2 variantes), Wolf, Müller, Arras.

Elles n'ont subi depuis que des modifications de détail, l'effort des constructeurs s'étant porté sur la lampe électrique.

Lampe électrique. — Une bonne lampe électrique de sûreté pour mine doit remplir les conditions suivantes :

1° Construction mécanique solide permettant de la traiter rudement ;

2° Construction simple ;

3° Impossibilité de produire l'ignition de gaz inflammables à l'intérieur ou à l'extérieur ;

4° Construction de la pile telle que le liquide contenu ne puisse s'épancher pendant l'usage ;

5° Matériaux non susceptibles de détérioration par corrosion ;

6° Fermeture effective rendant impossible l'ouverture sans laisser de trace ;

7° Intensité lumineuse non inférieure à 2 bougies, sans interruption, durant une période de dix heures au minimum ;

8° Lumière bien distribuée à l'extérieur au besoin par l'emploi d'un réflecteur mobile pour concentrer ou cacher la lumière.

On doit nécessairement tenir compte, en outre, du prix de la lampe, des frais de son entretien, de son poids, de la commodité d'emploi, etc.

La lampe Faerber remplit la plupart de ces conditions. Cette lampe comprend trois parties : l'accumulateur, la partie inférieure et la partie supérieure. Son poids est un peu supérieur à 4 livres. Sa solidité est telle qu'elle peut être projetée sur un sol de pierre sans dommage.

La *Société anonyme d'éclairage et applications électriques*, à Arras, construit une lampe particulièrement bien agencée ; elle possède l'*usine française* la plus importante pour la fabrication des lampes de mines.

Ses lampes présentent, en effet, sur les précédentes de réels avantages :

Pouvoir éclairant plus grand : de 1 à 2 bougies suivant le système optique et l'intensité de l'ampoule ;

Sécurité presque parfaite : même avec des lampes mal entretenues, le seul danger d'accident par le grisou est la rupture instantanée du verre protecteur et de l'ampoule avant l'extinction totale du filament ; on cherche du reste à éliminer ce cas exceptionnel par un dispositif assurant l'extinction préalable.

Construction extérieure plus simple et plus robuste, par suite moins sujette à dérangements et réparations ;

Economie d'exploitation : le prix de revient de la lampe-poste dans les modèles récents perfectionnés est à peine la moitié de celui de la lampe à essence.

Par contre, elles ne révèlent pas la présence du grisou, ce qui oblige à conserver comme témoins des lampes à flamme.

On distingue deux catégories principales :

Celles à accumulateur au plomb, à électrolyte acide (sulfurique) ;

Celles à accumulateur au fer-nickel, à électrolyte alcalin (potasse).

Ce dernier, plus récent, offre par rapport à l'élément au plomb, les sérieux avantages suivants :

Il est formé de pièces, en acier, formant un bloc mécanique robuste ;

Ses plaques actives sont, à capacité égale, d'un poids inférieur de moitié, elles ont une vie utile trois à quatre fois plus longue et, enfin, sont à l'abri de toute détérioration chimique, en cas d'entretien négligé ou d'arrêt prolongé.

La lampe électrique, qui comportait autrefois trois parties essentielles: la tête, le pot et l'accumulateur, se divise maintenant en deux: la tête et l'accumulateur-pot, les deux dernières étant réunies en un seul bloc, comme on a réuni en un seul banc-omnibus les anciens chevalets et bancs de charge séparés, ce qui simplifie les démontages et manutentions à la lampisterie.

L'enveloppe doit répondre aux conditions suivantes:

Construction simple et robuste, pour supporter les chocs et traitement brutaux, avec des matériaux résistant aux corrosions d'électrolyte.

Herméticité, pour empêcher tout épanchement extérieur d'électrolyte, comme toute pénétration de grisou à l'intérieur;

Fermeture absolument sûre.

Pour cette dernière, les mêmes prescriptions rappelées plus haut pour la lampe à essence, sont valables et le ressort ne doit pas être comprimé sous 400 grammes ou moins: parmi les fermetures magnétiques à verrou vertical généralement employées, le type L. D. breveté s'ouvrant sous un effort moyen de 700 grammes est des plus recommandables.

L'accumulateur au plomb, en général à plaques circulaires dans un bac isolant, comporte rarement un liquide libre, à cause des épanchements difficiles à éviter, on immobilise l'acide soit par gelée au silicate de soude, soit par capillarité, à la laine de verre; la batterie à un seul élément en général, se décharge sur l'ampoule à une tension moyenne de 2 volts.

L'accumulateur alcalin comporte par contre une batterie de deux éléments en série (décharge à 2,5 volts) à plaques planes alternées et groupées sur une monture métallique qui est réunie par les joints et isolants convenables à un bac double formant bloc; ce bac est constitué du reste dans les modèles actuels par le pot même de la lampe. L'électrolyte reste liquide sans inconvénient, car les fermetures sont étanches puisqu'on n'a pas à se préoccuper des gaz en décharge.

Dans les deux catégories d'accumulateurs, la capacité doit suffire pour alimenter l'ampoule, en intensité normale, pendant un peu plus d'un poste, soit environ dix heures; le poids des plaques sera plus ou moins élevé suivant le débit de l'ampoule adoptée, la durée maximum de décharge qui parfois doit atteindre seize heures et plus et la durée de vie utile cherchée pour les plaques, de sorte que la lampe courante pèse 2,5 à 3 kilogrammes, tandis que certaines lampes spéciales pèsent jusqu'à 4 et 5 kilogrammes; avec un poste journalier de huit heures, l'accumulateur au plomb dure un an environ et l'accumulateur alcalin plus de trois ans, son prix d'achat étant seulement moitié plus élevé.

En 1912, les types de lampes agréés étaient les suivants: Cotté, Lux, Universelle, Trin, Joris.

Depuis cette date, beaucoup d'autres modèles ont été adoptés dont les principaux sont : Arras-LD, Lemaire, Mariemont, Friemann et Wolf, Concordia, C. F. A. M.

Lampes à magnéto. — Ce système de lampe est appelé à amener un changement total dans l'éclairage des mines ; en particulier dans les mines grisouteuses. — Il consiste à provoquer *d'une façon généralement quelconque* la rotation rapide d'un tambour induit dans le champ d'un aimant permanent : le courant, ainsi engendré, tient allumée une lampe à filament métallique :

Cet ingénieux appareil va révolutionner les lampisteries de mine. Il est éminemment portatif et maniable ; c'est un engin passe-partout. On en a fait de bien des sortes : par exemple, en forme de pistolets dans lesquels la rotation de l'induit se fait à l'aide d'un ressort bandé par une gachette en forme de pipe tenue entre les dents, ce qui laisse au mineur les mains totalement libres et dans lesquelles la rotation est produite par une minuscule turbine mise en action par l'insufflation. Mais l'appareil normal qui est appelé à se répandre rapidement dans les houillères et principalement celles à grisou est la lampe à magnéto actionnée par l'air comprimé. La rotation de l'induit producteur de courant d'éclairage électrique est provoquée par une turbine à air comprimé ; cet air comprimé est emprunté à l'une des nombreuses canalisations d'air comprimé dont toutes les mines sont déjà pourvues pour l'alimentation de divers engins : treuils, ventilateurs et surtout marteaux-perforateurs que l'on trouve à l'heure actuelle à peu près partout.

L'échappement de ces minuscules turbines, implantées si ingénieusement dans ces lampes, tout en refroidissant le point d'éclairement, amène, comme l'a si bien montré M. l'inspecteur général Chesneau, président de la Commission du grisou, un afflux d'air en tel excédent autour de la lampe que le mélange d'air et de grisou ne peut exister dans la proportion où il est tonnant et, dès lors, dangereux.

IV. — AMÉNAGEMENT ET MÉTHODES D'EXPLOITATION

TRAÇAGE

Chaque siège d'exploitation, c'est-à-dire chaque ensemble de galeries souterraines formant un réseau distinct, doit avoir au moins deux orifices (galeries ou puits) de communication avec l'atmosphère extérieure; l'une sert de point de départ du courant d'aéragé et l'autre de point de sortie.

Un puits ou un flanc de montagne est divisé en étages; chaque étage ou *niveau* est caractérisé pour sa *voie de fond*, qui le dessert suivant son horizontale inférieure aboutissant à un *travers-banc* débouchant dans le puits (*accrochage*) ou au jour (*galerie à flanc de coteau*).

On exploite quelquefois les étages dans l'ordre descendant, mais le plus souvent dans l'ordre ascendant: en remblayant les quartiers inférieurs épuisés, on peut plus sûrement dépecer successivement les étages de bas en haut.

Bien entendu on peut exploiter deux ou plusieurs étages simultanément.

Entre deux niveaux successifs, on exploite le gîte par *tranches* horizontales (méthodes horizontales) ou par tranches parallèles à la stratification (méthode inclinée).

L'exploitation des tranches est desservie par des voies de *tracage* qui partagent le gîte en *rectangle* (*massifs, piliers ou lapins*), parfaitement délimités suivant toutes leurs dimensions qui constituent l'unité cellulaire de l'exploitation (*chantier d'abatage* ou de *dépilage*).

La délimitation et les dimensions des tranches et des massifs, et le mode de dépeçage dépendent de la puissance de la pente, de la solidité et de l'allure du gîte, et l'on distingue les méthodes d'exploitation: des gîtes *minces*, des gîtes d'*épaisseur moyenne* et des gîtes *puissants faiblement inclinés* ou *fortement inclinés*.

Quelques gîtes sont exploitables en *carrière* (à ciel ouvert), mais la plupart exigent des travaux souterrains. Les méthodes d'exploitation souterraines reposent sur l'un des trois principes suivants: *abandon des massifs* (en damier), *foudroyage*, *remblayage*.

L'exploitation par foudroyage offre, sur celle de l'abandon de massifs, l'avantage d'éviter la perte des *piliers* abandonnés, et sur celle par remblayage la suppression du coût de celui-ci, mais ses graves inconvénients et l'insécurité qui en découle font légitimement redouter son emploi.

Presque partout s'est généralisé l'usage du remblayage.

PERCEMENT DES GALERIES

Le travail d'avancement doit se faire, autant que possible, par mines simultanées.

On débite d'abord, à l'aide de coups de mine convenablement dirigés (deux ou trois), la partie centrale du front de taille, puis on abat la partie supérieure et, en dernier lieu, le pied.

Le tirage des mines simultanées se fait au détonateur électrique, mais on peut se servir de mèches longues ou de cordeaux détonants.

Soutènement.

Les galeries sont généralement boisées :

On espace les cadres de :

1 mètre	en terrain moyennement solide.
0 ^m ,50	— peu solide.
0 ^m ,10 à 0 ^m ,30	— éboulex.

En désignant par c l'épaisseur d'une poutre de section carrée, on trouve que le rondin de même résistance aurait pour diamètre :

$$b = 0,961c.$$

M. Chalon donne pour la charge de sécurité sur chaque pied-droit :

$$\frac{L^2}{8} P = \frac{RI}{n}.$$

L, longueur du chapeau ;

R, résistance pratique de sécurité (7 kilogrammes par centimètre carré) ;

I, moment d'inertie, $I = \frac{bc^2}{12}$;

b, plus petit côté de la section de la poutre ;

c, plus grand côté de la section de la poutre ;

E, coefficient d'élasticité, 1.170 pour le chêne, 1.200 pour le sapin ;

n, distance verticale du centre de gravité de la poutre au point d'appui.

La flèche est donnée par la formule :

$$f = \frac{5PL^4}{384EI}$$

Conditions d'emploi des diverses essences de bois.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES	POIDS DU MÈTRE CUBE	USAGES AUXQUELS ELLES CONVIENNENT PARTICULIÈREMENT
	kilogram.	
Chêne blanc..	643 à 1015	Bois de charp. par exc. — Piéc. de cuvel. — Cad. de bois. — Bois agé à l'ét. de rond.
Chêne vert...	930 à 1220	Manches d'outils. — Boisage courant.
Châtaignier..	693 à 1100	Manç. d'outils. — Paniers de mines, craint le mau. air, résiste bien sous l'eau.
Orme.....	743 à 942	Construction des véhicules. — Jantes et raies de roue.
Hêtre.....	750 à 852	Pièces qui doivent recevoir une certaine courbure.
Frêne.....	785	Branchards, sècheç des voitures. — Manches d'outils.
Pin.....	814 à 828	Bois de mine par excellence. — Boisage courant. — Chevalements à cause de la grande hauteur qu'il permet de leur donner.
Sapin.....	460 à 657	Charpentes légères à grande portée. — Planchis pour caisses de wagon, caisses d'aérage; peu propre au boisagé des mines bien qu'employé là où il abonde.
Mélèze.....	657	Bois de mine de qualité égale au bois de pin, mais plus rare.
Peuplier.....	371 à 414	Planc. dont la moll. fait qu'elles résistent bien aux chocs
Tremble.....	602	Planc. pour caisses de wagons, de brouettes, d'emballage } ne conviennent pas
Bouleau.....	700 à 714	Planches pour canards, lambourdes de cuvelage, etc. } comme bois de mines.
Charme.....	756	Chapes de poulies. — Mentonnets de bocards.
Aune.....	555 à 800	Excellent sous l'eau. — Pilotis. — Facile à forer dans le sens de sa longueur, il sert à former des tuyaux de pompe et des tubages définitifs de puits artésiens.
Acacia.....	717 à 820	Chevilles d'assemblage. — Cadres de boisage exceptionnellement. — G'ost l'essence qui résiste le mieux au mauvais air.
Buis.....	910 à 1320	Bois de machines, propres par la finesse de leur grain à recevoir le travail du tour.
Cormier.....	900 à 914	Pièces froissant dans les machines.
Merisier.....	571	Coussinets pour tourillon.
Pommier.....	757 à 800	Dents d'engrenages, vis, etc.
Pointier.....	600 à 732	

Dimensions et poids des bois de mines

DÉSIGNATION DES BOIS		Nombre de coups de marteau ou marques	LONGUEUR	CIRCONFÉRENCE		Volumes en décimètres cubes	Poids moyen de l'unité	Nombre de bois nécessaire pour former un stère emplé	
Noms.				au petit bout	à 1 ^m ,60 du pied non écorcés.				écorcés.
Combles ou perches	Grands	6 coups	mèt. 11	mèt. 0,27	mèt. 0,54	"	"	"	
	Gros	1 ^{re} classe.	10	0,24	0,50	"	"	"	
		2 ^e classe.	4 coups	9 à 9,50	0,42	0,44	91	62	7 1/2
		3 ^e classe.	3 coups	9 à 10	0,17	0,36	55	39	13
	Moyens	1 ^{re} classe.	2 coups	8 à 9	0,12	0,29	31	20	21
		2 ^e classe.	1 coup	7 à 8	0,10	0,22	19	13	33
3 ^e classe.		s. d.	6 à 7	0,10	0,17	10	9	58	
Bois de voies	1 ^{re} classe.	4 coups	5	0,46	"	5	26	"	
	2 ^e classe.	3 coups	2	0,32	"	35	17	"	
	3 ^e classe.	2 coups	1,80	0,27	"	17	9	26	
Billes de voies.	1 ^{re} classe.	"	2,10	0,28	"	8	9	35	
	2 ^e classe.	"	1	0,23	"	13	"	"	
	3 ^e classe.	"	0,80	0,22	"	4,17	"	"	
Bois de tailles	1 ^{re} classe.	"	0,60	0,20	"	3,04	"	"	
	2 ^e classe.	"	3	0,19	"	1,96	"	"	
	3 ^e classe.	"	1,20	0,14	"	8,58	"	"	
Rallonges.	"	"	"	"	"	"	"		
Queues	"	"	"	"	"	"	"		

Cubage des bois ordinaires. — Les bois s'achètent au mètre cube calculé par le *toisé* dit du *quart réduit*.

On détermine la longueur l de l'arbre, de 20 en 20 centimètres, en négligeant toute fraction en supplément, et on mesure la circonférence (π^2R) au milieu de la longueur et on paie au lieu du cubage réel (πR^2l) le cubage exprimé par la formule $\frac{\pi^2R^2l}{4}$. Le rapport de

ces deux cubages étant $\frac{\pi}{4}$ cela revient à dire que l'on ne compte que 78 0/0 du volume exact.

Certains marchands de bois procèdent par le *cubage cylindrique*. Ils prennent le diamètre $2R$ au milieu de la longueur l de l'arbre et, assimilant l'arbre à un cylindre, ils ont le volume :

$$\pi R^2l = \frac{\pi^2R^2l}{3,14}$$

En comparant les divers procédés de cubage, on constate que :

Cubage cylindrique.....	1.000
— au quart déduit.....	1.274
— au cinquième déduit.....	1.592

Un cadre de mines est formé de deux *pieds-droits* légèrement inclinés et d'un *chapeau*.

Le chapeau repose dans une échancrure des pieds-droits. Ces assem-

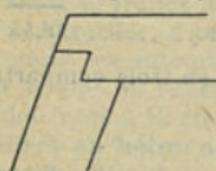


FIG. 21.
Pression verticale.

blages très simples (fig. 21 et 22) varient suivant la nature des pressions à contrebalancer.

La figure 23 montre le dispositif à employer en cas de pressions verticales, c'est le cas le plus fréquent.

Lorsqu'il s'agit des pressions latérales qui se font sentir avec le plus d'intensité, c'est l'assemblage représenté à la figure 24 qu'il faut adopter.

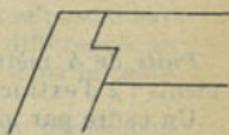


FIG. 22.
Pression latérale.

La surveillance la plus active doit porter sur la mise en place des cadres et leur fixation par des coins, assurant, avec les garnissages, la transmission de l'effort direct sur les bois, de façon à éviter les ruptures subites par suite de coups de bélier, chute de pierres dans les *cloches* ou vides du toit, vides qu'il faut ainsi savoir dégarnir complètement, etc.

Le prix des bois varie extrêmement :

Les *bois en grume*, destinés à être débités pour former des charpentes, se vendent de 25 à 50 francs le mètre cube et valent, après débit et façon, de 50 à 150 francs le mètre cube.

Les *rondins*, pour bois de mine, se payent de 18 à 25 francs les 1.000 kilogrammes.

Le prix du *mètre courant* varie, suivant la grosseur, depuis 0 fr. 15 pour les simples *perches* jusqu'à 1 franc pour les grosses *buttes* ayant 0^m,20 à 0^m,25 au petit bout.

Frais de boisage. — Les boiseurs sont payés à la tâche à raison de 1 fr. 50 à 2 francs par cadre, suivant la nature du travail. Ce prix comprend l'assemblage et la pose.

Les réparations ne peuvent se faire qu'à la journée et avec des hommes consciencieux ; car la surveillance directe, continue et effective dans ce genre de travaux est, la plupart du temps, illusoire.

Pour donner une idée de ce que peut coûter le boisage, on a établi ci-dessous la dépense faite dans deux cas simples :

Galerie boisée avec des cadres sans semelles, dont les *montants* ont 2 mètres, le *chapeau* 1^m,50. Ces cadres, placés à raison de 1 1/2 par mètre, sont munis de quelques garnissages.

Un cadre demandera 5 ^m ,50 de buttes. On aura donc, par mètre courant de galerie, 8 ^m ,25 de buttes, à 0 fr. 60 le mètre	4 ^f ,95
Garnissage, 10 mètres courants de petits bois à 0 fr. 15.....	1,50
Main-d'œuvre pour amener les bois au chantier, les façonner, préparer l'emplacement et faire la pose, sera de 2 francs par cadre, soit par mètre courant	3,00
	<hr/>
Dépense totale par mètre de galerie.....	9 ^f ,45

Puits de 4 mètres sur 1^m,30 dans œuvre, divisé en trois compartiments : 2 d'extraction et 1 de retour d'air.

Un cadré par mètre se composera de :

		Francs
2 pièces de 4 ^m ,40..... =	8 ^m ,80	} Soit 14 ^m ,80 de bois équarri } de 0 ^m ,20 de côté = 0,592 } mètre cube à 80 francs }
2 pièces de 1 ^m ,70..... =	3 ^m ,40	
2 bois de refend de 1 ^m ,30.. =	2 ^m ,60	
Total	14 ^m ,80	47,36
Poteaux dans les angles pour relier les cadres, 4 mètres à 1 franc....		4,0
Garnissage, 25 mètres courants à 0 fr. 15.....		3,75
Coulantage des compartiments, 5 mètres à 3 francs.....		15,00
Main-d'œuvre de pose et menus frais, non compris le service du jour.		10,00
		<hr/>
Dépense totale par mètre de puits.....		80,11

La *dépense totale* faite pour le boisage varie avec la nature des terrains encaissants, celle des couches et la méthode d'exploitation ; à titre d'exemple, on peut retenir les chiffres suivants, qui résultent de relevés très exacts faits dans des houillères importantes :

	Frais de boilage par tonne.	Quantité de bois consommée par tonne.
Mines d'Anzin.....	1 fr. à 1 ^f ,25	0,025 mètre cube.
Mines de Lens.....	1 ^f ,019	
Mines de Montrambert....	1 ^f ,39	} 2 ^m ,40 de butte à 0 ^m ,16 de diamètre et 1 ^m ,30 de planches brutes.
Mines de Bessèges.....	0 ^f ,562	
Mines de la Grand'Combe..	0 ^f ,36	0 ^m ,567 de butte
Mines royales de la Haute- Silésie (Prusse).....	0 ^f ,39	
Mines de Cessous.....	0 ^f ,837	

Cadres en fer. — De nombreux dispositifs ont été recommandés pour remplacer le bois, de durée toujours limitée malgré tous les palliatifs par le fer. Le système mixte (*fig. 23*) en fer I et bois, a été appliqué avec succès; le bois sert alors de butoir après déformation. Ces cadres sont reliés par des tiges en fer. En cas de fortes pressions, ils plient sans se casser et peuvent être utilisés à nouveau.

Malheureusement le prix de revient élevé (25 à 30 francs par cadre), la pose qui coûte cher aussi (5 francs au moins par cadre), élèvent le coût par mètre

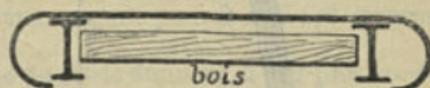


Fig. 23. — Cadre mixte bois et fer.

courant à 40 francs au minimum. Dans ces conditions, il y a avantage à murailles, d'autant plus que ces cadres spéciaux se posent surtout dans les retours d'air et qu'il y a une grande différence, au point de vue de l'aéragé, en faveur du muraillement dans les galeries destinées à la circulation de l'air.

Cadres en béton armé. — On emploie depuis quelque temps dans la fosse Recklinghausen I de la *Harpener-B-A-G* un cadrage spécial en béton armé particulièrement avantageux dans les travers-bancs ou dans les galeries en couche où le bois se pourrit rapidement, la pression des terrains n'étant pas excessive (*fig. 24*).

L'armature en fer de chacun des cadres est construite par des ouvriers spécialistes; on pilonne ensuite tout autour, dans un châssis en bois convenablement disposé, un mélange d'une partie de ciment et de cinq parties de gravier du Rhin. Le prix de revient de chaque cadre se décompose ainsi :

283 ^{kg} ,0 de gravier du Rhin.....	0 M,78
51 ,6 de ciment.....	1 M,45
30 ,7 de fer.....	4 M,80
Main-d'œuvre.....	2 M,50
<hr/>	<hr/>
371 ^{kg} ,3	TOTAL..... 9 M,50

Un cadre en fer de mêmes dimensions reviendrait à :

Vieux rails de 36 kilogrammes à 67 M. la tonne.....	19 M,50
Assemblage	4 à 5 M.
TOTAL.....	23 à 24 M.

Soit un prix de revient plus de deux fois et demie supérieur au prix d'un cadre entièrement en béton armé.

Cadres en béton armé

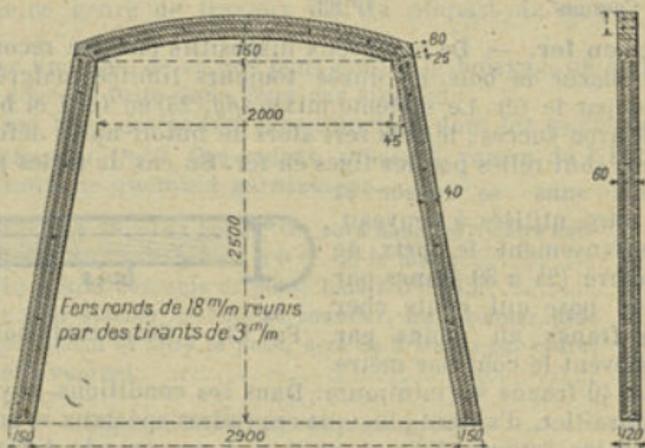


Fig. 24.

Muraillement.

L'emploi du muraillement, malgré l'élévation des frais de premier établissement, est une pratique qui doit tendre à se répandre à mesure que les bois deviennent plus rares et plus chers et à mesure que les mines, devenant plus profondes, doivent, en même temps, devenir plus étendues et les divers travaux d'aménagement durer plus longtemps.

Matériaux à employer. — *Pierres sèches*, parementées avec quelque soin les long des galeries et consolidées par quelques vieux bois formant *parpaing*.

Moellons bruts formés de toute roche dont la schistosité permettra de les obtenir en pierres plates.

Frais de muraillement. — Pour donner l'idée de ce que peut coûter le muraillement, on a établi ci-dessous la dépense faite dans deux cas particuliers :

Galerie formée de deux pieds-droits d'un mètre de hauteur, fondés de 0^m,10 à 0^m,20 dans le sol, et ayant de 0^m,60 à 1 mètre d'épaisseur, construits en moellons et surmontés d'une voûte en plein cintre d'un mètre de rayon et de 0^m,50 d'épaisseur construite en briques

2 pieds-droits de 1 ^m ,20 sur l'épaisseur moyenne de 0 ^m ,80 donnent par mètre courant 1 ^m ,92 à 11 fr. 60.....	22 ^f ,27
Une voûte d'une brique 1/2 sur 1 mètre de rayon donnera 1 ^m ,37 par mètre courant, à 18 francs (en doublant le prix de la main-d'œuvre à cause de la sujétion qu'entraîne la construction de la voûte).....	24 ^f ,66
Dépense totale par mètre de galerie.....	46 ^f ,93

Cette dépense peut être considérablement réduite si on a les briques à meilleur marché et les moellons dans la mine même.

Briques, dimensions ordinaires : 0^m,060 d'épaisseur, 0^m,120 de largeur, 0^m,240 de longueur, soit 1.728 centimètres cubes. Avec le mortier du joint, une brique occupera 2.275 centimètres cubes, et il en entrera 440 au mètre cube de maçonnerie, 500 en comptant le déchet.

Une brique pèse environ 3 kilogrammes

Mortier, de préférence hydraulique.

Mortier de chaux grasse : 1 de chaux en pâte pour 2 à 2 1/2 de gros sable.

Deux parties de chaux et 1 partie de sable donnent 2 1/2 parties de mortier.

Un mètre cube de mortier pèse : frais, 1.780 kilogrammes ; sec, 1.640 kilogrammes.

Mortier hydraulique : 1 partie de chaux hydraulique peut prendre jusqu'à 2 parties de sable en formant un mortier dont la dureté croît avec la proportion de sable.

Béton : pour *béton sec* : 0^m,50 de mortier et 0^m,75 de cailloux donnent 1 mètre cube de béton. Les cailloux doivent passer dans un anneau de 0^m,050. Le mortier est fait assez consistant et mêlé aux cailloux sur une aire en bois.

Pour *béton immergé*, on compte, par mètre cube, 0^m,60 de mortier et 0^m,80 de cailloux.

Exécution des maçonneries. — *Principe absolu* : Pour faire une bonne maçonnerie, employer du mortier ferme et des matériaux mouillés.

Un *mètre cube* de maçonnerie en place se compose de 440 à 500 briques et de 2 à 3 hectolitres de mortier.

La confection d'un mètre cube de maçonnerie exige :

Trois heures, pour massifs, blocages et remplissages en moellons ;

Quatre à cinq heures, pour murs de fondations en moellons, suivant l'épaisseur ;

Six heures, pour voûtes et murs en élévation de 0^m,40 d'épaisseur au moins, en moellons ;

Six à douze heures, pour maçonnerie en briques de plus de 0^m,22 d'épaisseur, suivant la façon du parement vu ;

Une heure à une heure et demie par mètre carré de cloison en briques de 0^m,06 d'épaisseur ;

Deux à huit heures par mètre carré de cloison en briques de 0^m,12 d'épaisseur ;

Quatre à six heures par mètre carré de cloison en briques de 0^m,24 d'épaisseur.

Dans les *maçonneries souterraines*, il importe de ne laisser aucun vide entre la maçonnerie et le terrain.

Les *galeries murillées* doivent, autant que possible, être mises au milieu du remblai où elles tiennent mieux, car c'est au droit du massif que se fait la rupture au moment de l'affaissement général du toit sur les remblais.

Dans le *muraillement des puits*, on adoptera, à moins de raisons spéciales, la forme circulaire qui présente les meilleures conditions de résistance, et on donnera à la maçonnerie une épaisseur de 0^m,40 à 0^m,70 (1 brique 1/2 à 2 briques).

Trous de mines.

Les trous de mines sont forés par percussion au moyen du fleuret ou burin sur l'extrémité duquel on frappe avec la massette. On emploie exceptionnellement la tarière dans les terrains tendres (gypse, calcaire, etc.).

Toutefois l'usage des perforatrices à air comprimé se répand de plus en plus. Ces instruments sont de deux sortes : la perforatrice proprement dite qui agit par rodage, et la bosseyeuse qui agit par percussion.

Le diamètre des trous de mine varie de 25 à 45 millimètres suivant les circonstances, le diamètre le plus employé étant celui de 30 millimètres.

On a généralement avantage, au point de vue de l'effet utile, à condenser la charge en augmentant le diamètre du trou de mine.

Bourrage. — Le bourrage doit être fait soigneusement avec des matières plastiques, de manière à éviter le débouillage. La hauteur n'en doit pas être inférieure à 0^m,20 pour les premiers 100 grammes de charge, avec addition de 0^m,05 pour chaque centaine de grammes ajoutée, sans toutefois qu'on soit obligé de dépasser 0^m,50.

Détonateurs. — La question des détonateurs a une grande importance parce que les explosifs plastiques (dynamite-gomme), ceux à base de chlorate (cheddite) et les explosifs Favier ne détonent complètement que sous l'action d'un ébranlement moléculaire suffisant, et

aussi parce que les détonateurs de qualité défectueuse peuvent occasionner des ratés toujours ennuyeux, sinon dangereux.

Un récent travail de la Commission des substances explosives établit que les détonateurs livrés à la consommation ne contiennent pas toujours la composition ni le poids de matière fulminante indiqués. Il est donc prudent de s'assurer, par des vérifications fréquentes, de la qualité et de la composition des détonateurs employés.

Les meilleurs sont ceux à fulminate de mercure pur.

Le procédé le plus simple pour vérifier la bonne qualité d'un détonateur est celui de la perforation d'une plaque de plomb — le détonateur étant placé perpendiculairement, au centre d'une plaque de plomb carrée de 4 centimètres de côté, et 4 millimètres d'épaisseur — cette plaque étant supportée par un morceau de tuyau à gaz en fer de 5 centimètres de haut environ. Un détonateur n° 8, force 2 grammes, doit produire une perforation bien cylindrique; l'enveloppe en cuivre du détonateur doit être complètement pulvérisée, laissant une fine rosace sur la plaque de plomb. Une perforation conique de la plaque de plomb accompagnée d'une rosace irrégulière est signe d'une qualité médiocre. La non-perforation de la plaque et la détonation incomplète du détonateur laissant un culot sont le signe d'une qualité absolument défectueuse.

On trouve également des détonateurs à mélange de chlorate de potasse et de fulminate de mercure, ainsi que des détonateurs à acide picrique qui détonent par l'intermédiaire d'une couche de fulminate de mercure.

Le défaut des détonateurs à composition fulminante est que leur fabrication est très délicate et souvent défectueuse, de sorte que leur emploi revient souvent plus cher que celui des détonateurs à fulminate pur, malgré le prix plus élevé de ces derniers.

Allumage. — L'allumage de la mine se fait soit à l'aide de mèches de sûreté, soit à l'aide d'amorces électriques. Une bonne mèche doit brûler entre 85 et 95 secondes par mètre. Les règlements prescriront l'essai de 1/1000 de chaque lot de mèches avant son emploi. Il existe des sortes de mèches différentes pour terrains humides ou pour terrains secs; il existe également une mèche ignifuge pour mines grisouteuses.

Dans ces dernières mines, l'allumage se fait au moyen d'un pistolet ou d'un allumeur spécial permettant d'enflammer la mèche sans qu'il y ait contact entre la flamme et l'air extérieur.

TIR ÉLECTRIQUE

Le tir électrique est le seul procédé d'allumage autorisé dans les mines de houille grisouteuses ou poussiéreuses (Décret du 13 août 1911, art. 182).

L'allumage par l'électricité se fait au moyen d'amorces fulminantes qui sont introduites dans le détonateur à la place de la mèche et enflammées par un courant électrique. Les amorces électriques sont généralement livrées munies du détonateur.

Ces amorces sont de deux sortes : de tension ou de qualité.

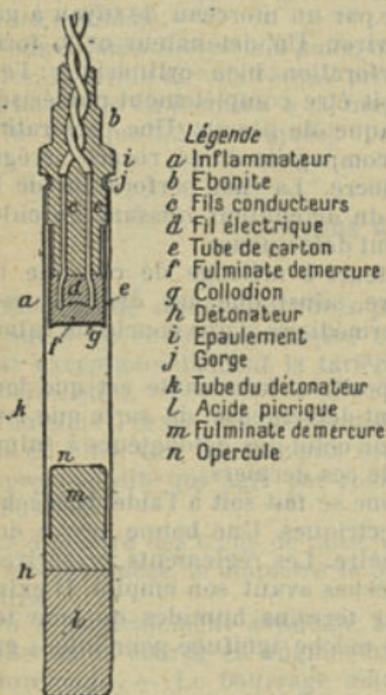


FIG. 25. — Amorce A.

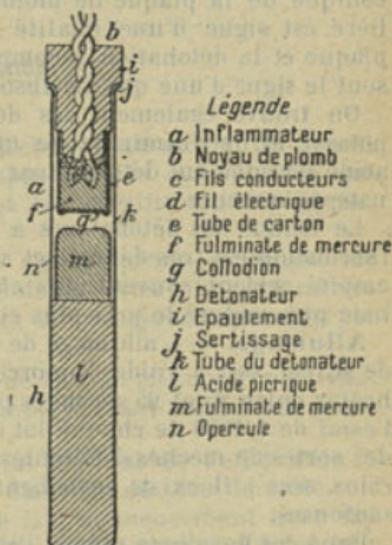


FIG. 26. — Amorce B.

Les amorces de quantité, ou à basse tension, sont les plus employées dans les mines grisouteuses, parce qu'elles sont moins susceptibles de produire des étincelles entre les conducteurs. Elles s'emploient avec des exposeurs produisant l'électricité à faible tension (piles, machines magnéto-électriques, exposeurs dynamo CG).

Les amorces de quantité s'emploient avec les appareils susceptibles de donner une étincelle (machine Bernhardt, coup de poing Bréguet, Ruggieri, etc.).

Les amorces de quantité, dont l'inflammation est produite par l'incandescence d'un mince fil de platine, sont les seules autorisées dans les mines grisouteuses, car elles nécessitent l'emploi du courant à basse tension.

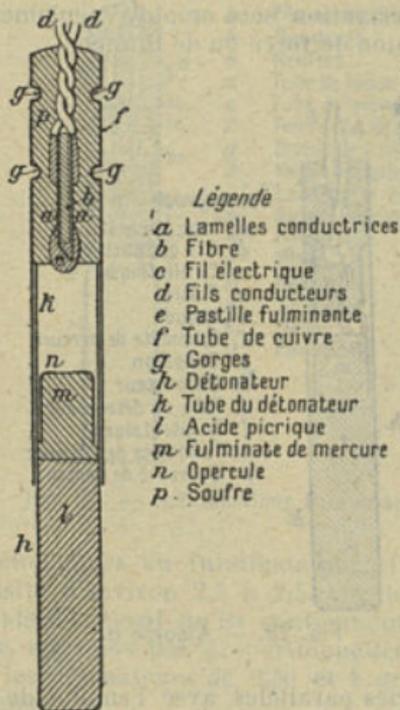


FIG. 27. — Amorce C.

La source d'électricité pourra être, soit un exposeur (machine dynamo produisant des courants à basse tension). (Les exposeurs employés dans les mines grisouteuses ou poussiéreuses doivent répondre à des conditions spéciales, arrêté ministériel du 27 février 1912), soit par prélèvement sur une canalisation de force ou de lumière à courant continu. Ce dernier procédé est avantageux dans les exploitations autres que les mines de houille grisouteuses ou poussiéreuses.

Il faut toujours employer une ligne de tir constituée par deux

conducteurs, de préférence en cuivre, et séparés l'un de l'autre. Le retour du courant par le sol est formellement interdit.

Le tir électrique permet l'explosion simultanée de plusieurs coups de mines, en diminuant les dangers d'inflammation du grisou ou des poussières.

Les amorces d'une même volée seront toujours montées en série dans le cas du tir d'un petit nombre de mines au moyen d'un exploseur.

Le montage en dérivation sera employé seulement dans le cas de tir sur une canalisation de force ou de lumière.

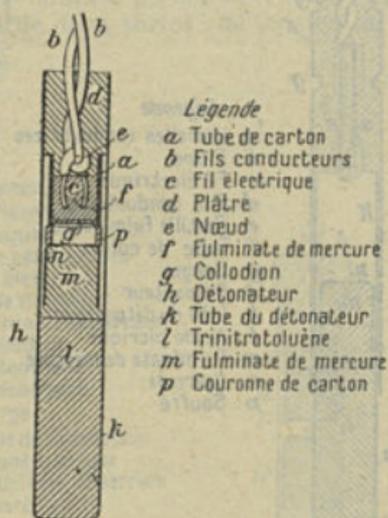


FIG. 28. — Amorce D.

Le montage en séries parallèles, avec l'emploi de puissantes génératrices, et tir depuis le jour, sera employé dans les mines à dégagement de gaz carbonique.

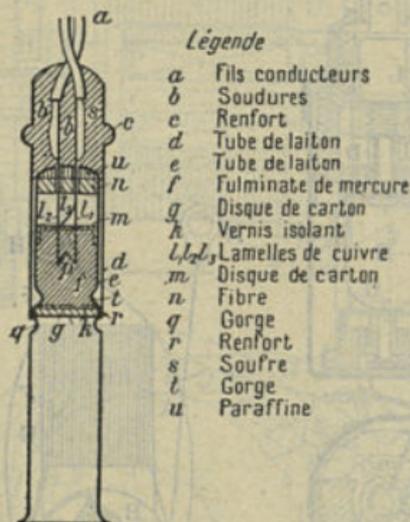
Ce mode de tir présente de nombreux avantages. Employé au début, pour les fonçages de puits ou les percements de travers-bancs, il est devenu d'usage courant dans les chantiers d'exploitation depuis que les explosifs ont reçu de grands perfectionnements.

Il comporte l'usage d'appareils spéciaux : *détonateurs* pour cartouches, *explosifs* producteurs de courant, et *conducteurs* reliant les amorces à l'explosif.

On distingue les *détonateurs à fil* qui s'enflamment par l'incandescence d'un filament métallique et les *détonateurs à étincelle* dans lesquels une étincelle jaillit

Les détonateurs à étincelle ont eu beaucoup de succès au début à cause de la modicité de leur prix; ils tendent aujourd'hui à céder le pas aux premiers.

Les détonateurs sont chargés avec du fulminate pur ou reçoivent un chargement mixte; leur diamètre est voisin de 6 millimètres; la surface libre du fulminate est protégée par un renfort en laiton.



Légende

- a Fils conducteurs
- b Soudures
- c Renfort
- d Tube de laiton
- e Tube de laiton
- f Fulminate de mercure
- g Disque de carton
- h Vernis isolant
- l, l₂, l₃ Lamelles de cuivre
- m Disque de carton
- n Fibre
- q Gorge
- r Renfort
- s Soufre
- t Gorge
- u Paraffine

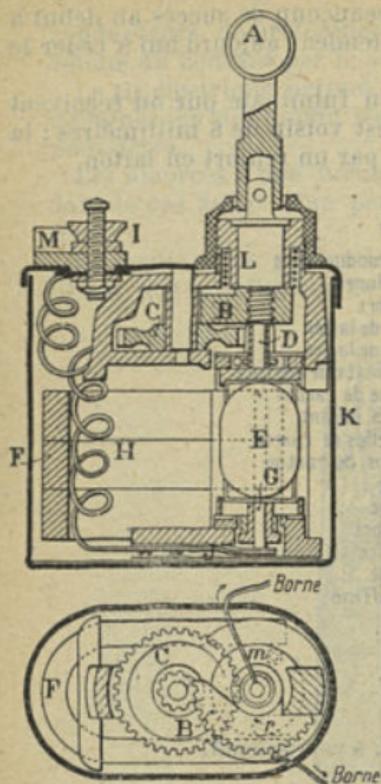
FIG. 29. — Inflammateur F, à court-circuit.

Dans les détonateurs au fulminate pur, l'explosif est comprimé sous une densité d'environ 2,3 à 2,5. On leur affecte un numéro d'après le poids d'explosif qu'ils contiennent. Leur puissance croît avec la charge, mais non pas proportionnellement; il y a plus de différence entre les détonateurs de 0,50 et 1 gramme qu'entre ceux de 1,60 et 2 grammes.

L'étude de la puissance des détonateurs a fait l'objet d'un rapport de la Commission des substances explosives du 12 novembre 1903 (*Annales des Mines*, août 1904).

Nous donnons (fig. 25 à 29) quelques dessins d'amorces le plus généralement employées.

Exploseurs. — Les exploseurs sont de petites machines électriques portatives destinées à fournir le courant nécessaire pour le tir des amorces électriques; elles sont mues à la main ou au moyen d'un ressort préalablement bandé. On emploie aussi parfois, comme exploseurs, des piles ou des accumulateurs; ou, encore, le courant d'une distribution électrique.

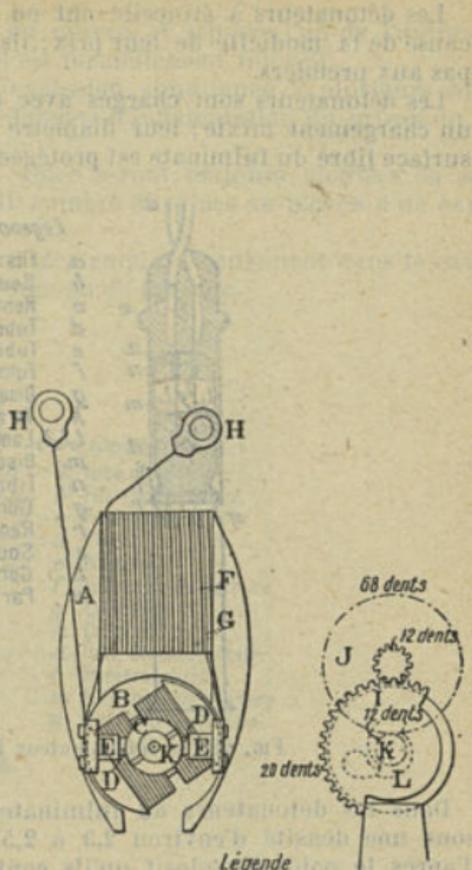


Légende

- | | | | |
|----|----------------|---|-----------------------------|
| A | Poignée | J | Ressort de prise de courant |
| B | Segment dente | K | Boîte métallique |
| CD | Pignons dentés | L | Ressort antagoniste |
| E | Induit | M | Protège-Bornes |
| F | Aimant | r | Ressort |
| G | Axe | m | Doigt |
| H | Conducteur | | |
| I | Borne | | |

FIG. 30.

Exploseur boute-feu petit modèle de la Société d'explosifs et de produits chimiques. Poids : 1^{kg},7. Boîte métallique de forme ovale. Sans collecteur ni balais, courant alternatif.

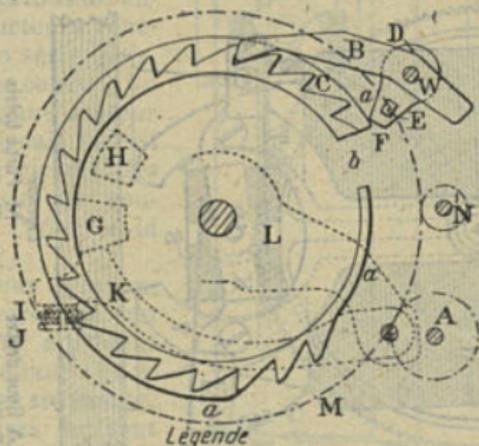
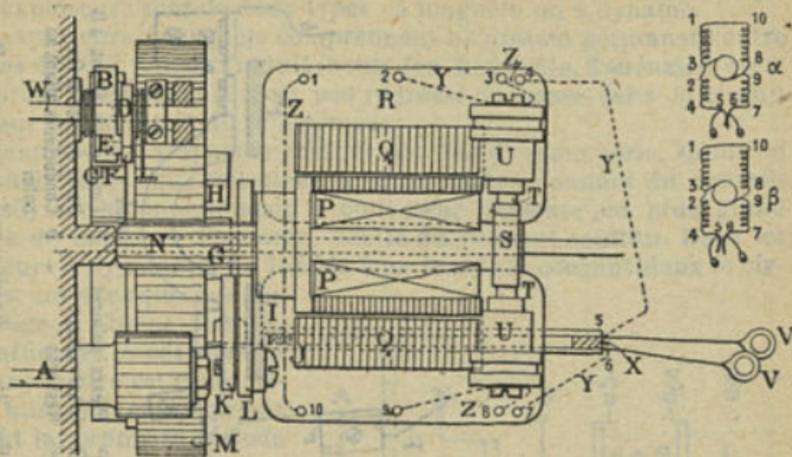


Légende

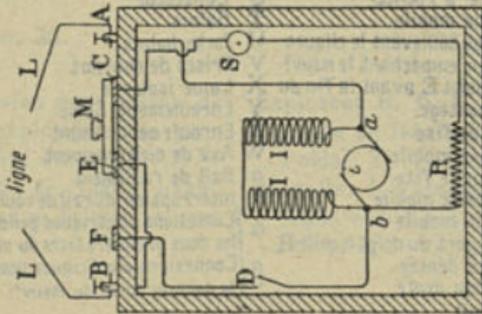
- | | | | |
|---|-------------------|---|----------------------|
| A | Pièces polaires | G | Enroulement Shunt |
| B | Induit | H | Prises de courant |
| C | Collecteur | I | Segment denté |
| D | Balais | J | Pignon intermédiaire |
| E | Porte balais | K | Axe de l'induit |
| F | Enroulement Série | L | Roue à rochet |

FIG. 31.

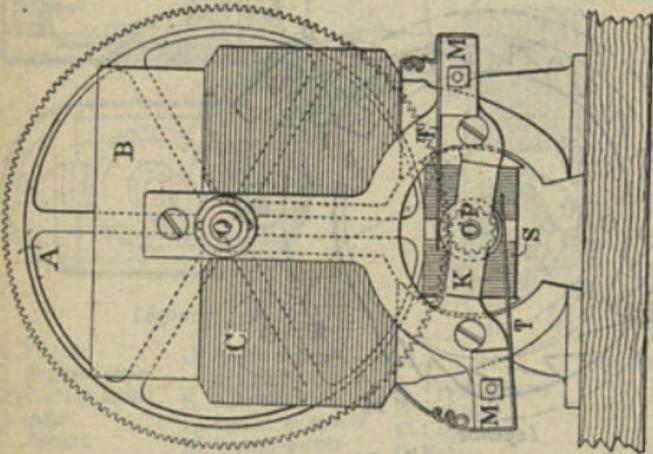
Exploseur B. D. K. de la Société générale de fabrication de la dynamite. Poids : 2^{kg},10. 20 volts, 1,5 ampère, dynamo à excitation compound donnant du courant redressé.



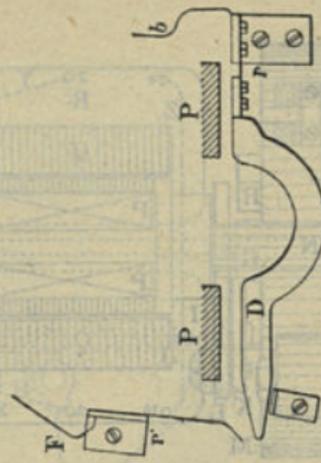
- A** Roue de remontage
B Cliquet
C Roue à rochet
D Came mobile
E Doigt soulevant le cliquet
F Talon empêchant le mou^s du doigt E avant la fin du remontage.
G Butée fixe
H Butée mobile
I Lamelle fixe
J Lamelle mobile
K Doigt mobile
L Support du doigt mobile
M Roue dentée
N Pignon denté
O Pièces polaires
R Bobines inductrices
S Collecteur
T Balais
U Porte-balais
V Prises de courant
X Lame isolante
Y Enroulement Série
Z Enroulement Shunt
W Axe de déclanchement
a Rail de roulement
b Interruption du rail de roulem^t
 α Connexions électriques pendant les deux premiers tiers du mou^v.
 β Connexions électriques pendant le dernier tiers du mou^v.



Legende
A Borne
B Borne
C Plot de contrôle
D Détente automatique
E Plot central
F de mist de feu
I Inducteurs
l Induit
L Ligne
R Résistance de la Sonnerie
S Sonnerie
a, b Balais



Legende
A Roue dentée
B Pièces polaires
C Bobines inductrices
E Pignon denté
K Support de l'induit
M Porte balais
T Balais
O Axe de l'induit
S Support de l'induit



Legende
P Pièces polaires
D Interrupteur
r, r' Ressorts
F Conducteur alliant à la borne de mist de feu
b Conducteurs alliant au balai

Fig. 33. — Exploseur Gounon, type B, schéma du montage.
 Fig. 34. — Exploseur Gounon, type B, dynamo.
 Fig. 35. — Exploseur Gounon, type B, dynamo.

Les explosifs sont de deux types : à magnéto ou à dynamo.

Les explosifs à magnéto comprennent un aimant permanent entre les pôles duquel tourne l'induit (boute-feu Rousselle, Tournaire, etc.). Le courant ainsi produit n'est pas redressé et passe dans le circuit extérieur dès le début du mouvement.

Les explosifs à dynamo comportent une dynamo série, shunt ou compound, avec un collecteur à deux lames donnant du courant redressé; exceptionnellement le collecteur présente un plus grand nombre de lames et l'appareil débite du courant continu. Dans les explosifs à dynamo, il y a intérêt à ne lancer le courant dans le circuit des amorces que lorsque le voltage a atteint une valeur suffisante. A cet effet, la ligne extérieure est généralement mise en court-circuit pendant la première période du mouvement et tous les enroulements inducteurs fonctionnent alors en série, puis, vers la fin de la course, un doigt lié à l'organe moteur ouvre le court-circuit et fait passer, dans le circuit des amorces, la totalité du courant accru par l'effet de la self-induction.

Dans l'explosif Gounon, la ligne extérieure est, au contraire, ouverte au début du mouvement; quand l'excitation est devenue suffisante, les pièces polaires attirent une armature qui ferme la ligne extérieure et lance le courant dans les amorces.

Les explosifs actuellement agréés par le ministre des travaux publics, dans les mines à grisou, ont été définis par les arrêtés ministériels des 23 février et 13 juillet 1912, 20 février et 28 novembre 1913. Les principales caractéristiques de ces explosifs autorisés sont les suivantes :

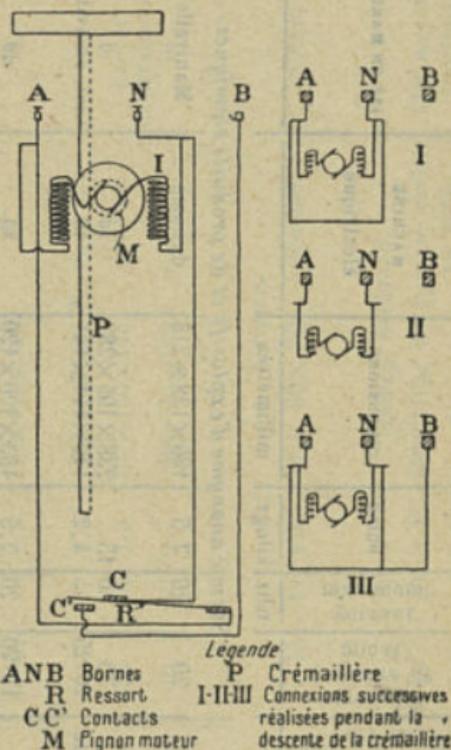


FIG. 36. — Explosif Rackbar.

TYPE	PUISSANCE (nombre de mines)	VOLTAJE Maximum	POIDS kilogr.	DIMENSIONS	MACHINE électrique	ISE-EN MARCHÉ	OBSERVATIONS
<i>Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques.</i>							
N° 1	20	20	7,5	180×138×218	dynamo.	Manivelle.	Boîte en bois parallé- pipédique, ne se vendent plus. id.
N° 3	30	50	15	238×195×282	id.	id.	id.
Boute-feu gr. modèle.	20-25	45	4,2	170×141×141	id.	Clef amovible.	Boîte en bois ou alumi- nium parallélépipé- dique. id.
Modèle moyen	15-20	20	3,5	135×120×120	id.	id.	Boîte ovale en alumi- nium. id.
id.	15-20	35	2,3	110×70×105	id.	id.	Boîte parallélepipédique en bois.
id.	15-20	35	2,2	120×75×110	id.	id.	Boîte parallélepipédique en aluminium.
Petit modèle.	3-5	18	1,5	95×55×90	id.	id.	Boîte parallélepipédique en aluminium.
Type magnéto.	3-5	18	1,6	90×95×55	magnéto.	id.	Boîte cylindrique en laiton section ovale.
<i>Société générale pour la fabrication de la dynamite.</i>							
BD	3		1,4	95×55×85	dynamo	Poignée amov.	Boîte métallique cylvn- drique section ovale. id.
BDK	5		1,84	101×57×95	à basse tension. id	id.	id.

TYPE	PUISSANCE (nombre de mines)	VOLTAGE MAXIMUM	POIDS kilogr.	DIMENSIONS millimètres	MACHINE électrique	MISE EN MARCHÉ	OBSERVATIONS
<i>Société générale pour la fabrication de la dynamite (Suite).</i>							
N	15		3,2	165×135×135	dynamo	Poignée amov.	Boîte en chêne parallé- lépipédique.
D	25		4,0	170×140×140	id.	id.	id.
NF	15		3,5	160×135×140	id.	id.	id.
DF	30-40		5,8	170×140×180	id.	id.	id.
<i>Rousselle et Tournaire.</i>							
Appareil à dynamo.	25	70	3,5	100×130×145	dynamo.	Ressort et clef amovible	Boîte parallélépipédique en aluminium.
Appareil à magnéto.	10	12	3	70×70×180	magnéto.	id.	Ne se vend pas ; boîte cylindrique en laiton.
<i>Virieux.</i>							
	5-15	17	1,35	125×80×50	dynamo.	Ficelle.	Boîte parallélépipédique en aluminium.
<i>Davey Bickford.</i>							
	10	20	2,85	100×110×60	dynamo excitée en série.	Clef manette amovible.	Boîte en laiton à coins arrondis.

MUSÉE
COMMERCIAL
LILLE

TYPE	PUISANCE (nombre de mines)	VOLTAGE MAXIMUM	POIDS		DIMENSIONS	MACHINE électrique	MISE EN MARCHÉ	OBSERVATIONS
			vols	kilogr.				
<i>Société universelle d'explosifs.</i>								
« Éclair » gr. modèle.	30	50	6	150×200	120	dynamo excitée en dérivation.	Ressort et clef amovible id.	Boite parallélépipédique en bois. id.
« Éclair » mod. réduit.	12	40	3,8	145×165	105	id.		
<i>Paul Gouyon (anciennement Gomant).</i>								
A	80	120	17	240×245	285	dynamo excitée en dérivation.	Manivelle id.	Boite parallélépipédique en bois. id.
B	35	40	12	210×245	285	id.	id.	
AB	25	40	11	190×200	225	id.	Ficelle.	Contrôleuseur de ligne A, B, AB, C et D.
C	20	30	7,5	170×180	215	id.	id.	
D	15	20	4,5	140×185	190	id.	id.	
E	5	12	2	120×125	125	id.	id.	
<i>Société « L'Auxiliaire des mines et carrières ».</i>								
I	2	»	1,285	60×100	90	magnéto.	Clef amovible.	Boite cylindrique à sec- tion ovale en alumi- nium. id.
II	6	»	1,555	60×100	107	dynamo.	id.	Boite parallélépipédique en bois.
III	8	»	3,08			id.	id.	

L'arrêté du 23 février 1912 dit :

1° Les exploseurs ne doivent produire que des courants basse tension, et les amorces doivent être à incandescence à fils métalliques. Les amorces d'une même volée doivent être d'à peu près égale résistance afin d'éviter les ratés ;

2° Les appareils générateurs d'électricité doivent être renfermés dans des boîtes robustes et étanches. Les dimensions de ces boîtes doivent être telles que l'espace restant libre à l'intérieur de la boîte soit aussi réduit que possible ;

3° L'orifice d'introduction de l'organe de commande doit être muni d'une garniture métallique étanche dans laquelle les parties mobiles, également métalliques, glissent à frottement doux ;

4° Les appareils doivent être munis d'un dispositif de déclenchement automatique, qui ne permette le passage du courant que pendant un intervalle de temps très court, au moment où le courant atteint son voltage maximum ;

5° Les bornes servant de prise de courant doivent être suffisamment écartées l'une de l'autre pour qu'il n'y ait pas à craindre de contact entre les parties dénudées des fils de ligne. Enfin, la commission du grisou a formulé, le 17 juillet 1913, les conclusions nouvelles suivantes :

1° Les exploseurs ne doivent produire que des courants au plus de 50 volts ;

2° Les appareils générateurs d'électricité doivent être renfermés dans des boîtes étanches et robustes ;

3° L'explosor doit être muni d'un dispositif ne permettant le passage du courant que pendant un temps très court.

Nous donnons (*fig. 32 à 38*) quelques dessins de divers explosors en usage dans les mines grisouteuses.

Essai de puissance des explosors. — La puissance d'un explosor se définit par le nombre maximum d'amorces qu'il peut faire partir, sans raté, au bout d'une ligne de résistance donnée. Les indications de puissance portées sur les explosors ne renseignent que très imparfaitement sur leur puissance réelle. Il est nécessaire de la vérifier, et pour tenir compte de l'usure, l'essai de puissance doit être renouvelé de temps en temps sur les appareils en service ; ce qu'on peut faire de deux façons

La première, d'un emploi très simple, tout en donnant des indications pratiques suffisantes, ne donnera la puissance que pour le type d'amorces utilisé.

La seconde nécessite l'emploi de quelques appareils électriques (accumulateurs, voltmètre, ampèremètre, ohmmètre), et donne l'intensité efficace débitée en fonction de la résistance extérieure totale ; elle permet de calculer la puissance pour un type quelconque

d'amorces dont les caractéristiques électriques ont été mesurées par ailleurs.

La première méthode d'évaluation de la puissance consiste à disposer, en série, au bout d'une ligne de résistance R , un certain nombre d'amorces du type utilisé, et à déterminer le nombre maximum n d'amorces pouvant être tirées sans raté. Il sera bon de prendre, pour résistance de la ligne, une résistance supérieure à celle normalement employée en pratique, afin de tenir compte des défauts de montage des lignes de tir.

Dans la seconde méthode, on commencera par déterminer les caractéristiques électriques d'un certain nombre d'amorces et, à l'aide de courbes établies par points en tirant au bout d'une ligne de résistance variable quelques amorces en dérivation ou en série, on pourra calculer la puissance de l'exploseur pour un type quelconque d'amorces.

Précautions conseillées pour le tirage des coups de mine. —

Pour éviter les ratés. — 1° Forer les trous de mine droits et réguliers. Curer et éventuellement sécher soigneusement les fourneaux avant le chargement.

2° Faire usage d'explosifs en parfait état de conservation : rejeter les explosifs congelés ou, en ce qui concerne les explosifs au nitrate ammoniac, les cartouches humides ou dont l'enveloppe de paraffine est déchirée.

Employer des cartouches d'un diamètre légèrement inférieur à celui du fourneau, et placer ces cartouches bien jointivement en évitant l'interposition de matières étrangères.

Employer une amorce unique d'une force suffisante.

Dans l'amorçage à la mèche : utiliser des mèches de bonne fabrication et les soumettre à quelques essais de vérification ; couper la mèche bien nettement ; l'introduire soigneusement dans le détonateur et bien opérer le sertissage de celui-ci ; vider soigneusement le détonateur de la sciure de bois qui recouvre le fulminate.

Dans le tir électrique : effectuer avec soin les connexions ; assurer la fixation du détonateur avec la cartouche amorce, utiliser des conducteurs isolés et des exploseurs bien construits.

3° Bourrer avec soin et précaution, de façon, notamment, à ne pas provoquer la séparation du détonateur ou l'écrasement de la mèche.

4° Faire choix de boute-feux intelligents, soigneux, prudents et instruits des devoirs de leur charge.

b. *Pour prévenir les accidents.* — I. Dans le cas d'une mine amorcée à la mèche qui tarde à faire explosion, interdire l'accès de la mine pendant un temps assez prolongé (les auteurs conseillent vingt-quatre heures). Attendre au moins une demi-heure s'il s'agit du raté d'une mine amorcée au fétu.

Éviter l'interposition de matières étrangères entre les diverses

parties de la charge, surtout dans le cas d'emploi peu recommandable de deux mèches.

II. Éviter l'emploi de deux détonateurs dans une même charge. Ne pas utiliser les culots restant après le tir d'une mine.

En cas de raté, creuser le nouveau fourneau de façon à éviter la rencontre du premier.

III. Proscrire le tir simultané de plusieurs mines, sauf par l'électricité.

Éviter le chargement simultané de plusieurs mines destinées à être tirées séparément, quel que soit le mode d'amorçage utilisé.

IV. Proscrire l'usage d'outils métalliques pour le bourrage des mines ; lors du chargement et du bourrage, même avec des outils en bois, éviter les poussées et les chocs brusques. Ne pas faire emploi de bourres en papier.

Avoir soin de bien calibrer le fourneau et de l'approprier au diamètre des cartouches : celui-ci doit être inférieur à celui du fourneau pour ne pas causer de frottements violents sur les parois ; mais pas trop pour ne pas donner prétexte à l'écrasement de la charge.

L'usage de poudre non encartouchée sera prohibé.

V. Dans l'amorçage au fétu, avoir soin de ne pas exercer de frottement brusque au moyen de l'épinglette.

Proscrire le débouillage des mines ratées.

VI. Lors du tir électrique, le boutefeu doit opérer lui-même les connexions des fils d'amorce aux conducteurs ; il doit être seul porteur de la manivelle de l'exploseur et ne doit pas quitter celui-ci sans avoir déconnecté les conducteurs et enlevé la manivelle ; il est désirable qu'il déroule les conducteurs avant d'opérer les connexions avec les fils d'amorce. Il doit veiller lui-même à ce que tous les accès de la mine à tirer soient gardés et quitter en dernier lieu l'endroit de la mine.

On veillera au bon entretien des exploseurs ; en cas de vérification, après un essai infructueux, opérer toujours en plaçant l'exploseur à front de manière à rendre inoffensif tout malentendu.

VII. Les voies donnant accès à une mine à tirer seront soigneusement gardées ; il est désirable que le boutefeu se rende le premier à front après le tirage d'une mine. On évitera spécialement le tir au fétu dans le cas des mines montantes.

Dans le tir à la mèche, avoir soin d'employer une mèche ayant une longueur suffisante en dehors de la mine. Il n'est pas recommandable, pour mettre à feu une mèche, d'employer un autre bout de mèche.

VIII. Dans une galerie rectiligne à front de laquelle on tire une mine, on ne peut se croire en sûreté que si on est protégé par un abri solide et résistant. Pour éviter les projections en ricochet, ne pas se garer dans une galerie faisant un angle obtus avec celle à front de laquelle on mine.

IX. Lorsqu'un raté partiel est possible, rechercher avec soin, avant de déblayer au pic, s'il ne reste pas de cartouches d'explosifs ou des détonateurs qui auraient pu être projetés intacts dans les déblais.

X. Prohiber l'emploi d'explosifs à base de nitroglycérine atteints par la gelée. Dégeler les explosifs au bain-marie avec les précautions voulues.

XI. Éviter l'emploi de feux nus quand on manipule les explosifs, spécialement la poudre.

XII. Manipuler les détonateurs avec de grandes précautions. S'assurer, par un examen consciencieux, que les détonateurs sont bien fabriqués et notamment que les fils ne peuvent pas jouer dans l'amorce.

Décret concernant l'emploi des exploseurs. — L'article 217 du décret de 1911 sur l'exploitation des mines de combustibles dit que « dans les mines à grisou il ne peut être fait usage de d'explosifs d'un type agréé par le ministre des Travaux publics ».

Un arrêté du 23 février 1912 précise les types d'explosifs électriques qui pourront être employés. Ce sont les suivants :

I. — Explosifs de la Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques : explosifs n° 1 ; explosifs n° 3 ; explosifs boute-feu (grand, moyen et petit modèles) ;

II. — Explosifs de la Société générale pour la fabrication de la dynamite : Types BD, BDK (métalliques, cylindriques à section ovale) ; types N, D, NF et DF (en chêne, forme parallépipédique) ;

III. — Explosifs Rousselle et Tournayre : type Siemens et Halske appareil à dynamo et appareils à magnéto) ;

IV. — Explosif Virieux ;

V. — Explosif électrique Davey-Bickfort (explosif pour dix mines).

VI. — Explosifs « Éclair » de la Société universelle d'explosifs (grand modèle et modèle réduit).

VII. — Explosifs Paul Gounon (type A, B, AB, C, D et E).

VIII. — Explosif « Boute-feu » de la Société anonyme d'explosifs et produits chimiques (type à magnéto).

IX. — Explosif « Boute-feu » de la Société anonyme d'explosifs et produits chimiques (type 15/20 mines), ne différant du même type déjà autorisé par l'arrêté du 23 février 1912 que par la forme et les dimensions de la boîte.

Données pour la perforation des trous de mines. — La durée t de la course du marteau est :

$$t = \frac{1}{3} \cdot \frac{60}{n} \text{ en terrains de dureté moyenne ;}$$

$$t = \frac{2}{5} \cdot \frac{60}{n} \text{ en terrains durs ;}$$

n nombre des coups frappés par minute.

La vitesse v de la masse au moment où elle choque le fleuret après une amplitude l de course est :

$$v = \frac{2l}{t}$$

La puissance vive de la massette de poids P sera :

$$\frac{P \cdot v}{2g}$$

La vitesse d'approfondissement ou vitesse commune de la massette et du fleuret de poids ϖ sera :

$$V = \frac{P \cdot v}{P + \varpi}$$

La puissance vive commune, après le choc, sera

$$\frac{V^2 (P + \varpi)}{2g}$$

Le travail effectif développé par minute

$$\frac{n \cdot V^2 (P + \varpi)}{2g}$$

Avec une massette pesant $2^{\text{kg}},5$ et une course de $0^{\text{m}},75$, le coup frappé vaut $2^{\text{kgm}},5$.

On obtient un travail moyen de 3 kilogrammètres par seconde et par homme, en roche dure, pour un nombre de 70 coups frappés par minute. Avec une masse de 4 à 5 kilogrammes, le coup frappé correspond à $3^{\text{kgm}},5$ et, pour un nombre de 50 coups par minute, on effectue un travail de 3 kilogrammètres par seconde, soit $1^{\text{kgm}},5$ par seconde et par homme.

Le battage à la massette vaut théoriquement mieux ; mais, étant beaucoup plus pénible, on lui préfère le travail à la masse couple.

L'avancement mensuel en galerie de 3 mètres carrés de section mené par 4 hommes par poste de 8 heures est, en moyenne, de

2 à 4 mètres dans des roches exceptionnellement dures ;

5 à 10 mètres dans des roches dures ;

12 à 16 mètres dans des roches de dureté moyenne ;

20 à 30 mètres dans des roches tendres.

Coups de mines dangereux.

Les coups de mines susceptibles d'enflammer et de provoquer l'explosion de grisou sont ceux pour lesquels les phénomènes chimiques sont lents par rapport aux phénomènes mécaniques. Comme le contrôle des seconds nous échappe, il n'y a pas d'autre moyen d'améliorer la sécurité que d'activer les premiers.

Nous avons, en France, trois types d'explosifs de sûreté : grisoudynamites, grisounaphtalites et grisoutolyles. Les grisounaphtalites présentent des avantages très marqués, au point de vue de la sécurité, sur les grisoudynamites. On peut d'ailleurs diminuer encore le risque, en présence du grisou, en prenant soin : de n'introduire dans la charge qu'une seule cartouche ; de réduire la charge au minimum strictement indispensable, compte tenu du fait que ce minimum est conditionné, non par la profondeur du trou, mais par la distance de l'amorce à la surface libre ; de pratiquer des forages d'assez gros diamètre ; de bourrer jusqu'à la gueule en faisant en sorte de porter la densité de chargement à une valeur aussi voisine que possible de la densité apparente de la cartouche ; d'intercaler dans le bourrage et de préférence au voisinage immédiat de la cartouche, une colonne de sable ou de pulvérin très sec dont la hauteur pourra dépasser très légèrement la hauteur de la cartouche ; de proscrire l'emploi d'amorces à capsule d'aluminium susceptibles d'occasionner des réactions secondaires éminemment dangereuses.

Quant aux inflammations directes de poussières, il semble résulter d'expériences concluantes qu'avec les explosifs-couches elles sont tout à fait peu probables. D'ailleurs, en matière d'accidents de poussières, c'est l'inflammation du grisou qui, la plupart du temps, la provoque.

Moyens de combattre les feux. — La lutte contre les feux, telle qu'elle se pratique depuis quelque temps, comporte :

A) Comme moyens préventifs : 1° l'établissement, en dehors du gîte, des galeries et des plans inclinés ou bures principaux : entrée d'air, roulage, retour d'air, etc. ;

2° Régularité dans la marche des dépilages avec traçage aussi tardif que possible des galeries en couche destinées à les desservir et remblayage parfait des chantiers.

B) Comme moyens de combat : 1° Extraction provisoire et superficielle du feu et refroidissement du charbon par arrosage abondant contre la galerie en vue de l'établissement de coffrages ou barrages ; construction de ces barrages ;

2° Embouage à refus de la zone du feu ;

3° Dépilage d'un massif contournant le feu destiné « à faire donner la masse » ;

4° Défournement, après arrosage et embouage — procédé rarement employé.

L'embouage ne consiste pas, dans ce cas, à colmater simplement des fissures de faible ouverture à l'aide de matières fines et choisies : argile, fumées de carreaux, etc., mais encore à combler des vides parfois étendus, à l'aide de matériaux de 10 et 15 millimètres de gros-seur mélangés d'argile.

Cet embouage hydraulique peut se faire de trois façons : embouage descendant, embouage à niveau et embouage ascendant.

Une des conditions essentielles pour lutter avantageusement contre des feux, quel que soit le mode d'embouage employé, est la rapidité de son exécution.

L'embouage ascendant exige une pression suffisante capable de faire pénétrer les matières au travers des matériaux à colmater, pression que l'on peut obtenir soit à l'aide d'appareils de refoulement, soit en installant le départ des eaux boueuses au-dessus du niveau où l'on doit combattre le feu.

Analyse des gaz qui se dégagent dans les trous de mine comme moyen de prévenir les explosions. — Nous donnons (fig. 37, 38 et 39) différents appareils

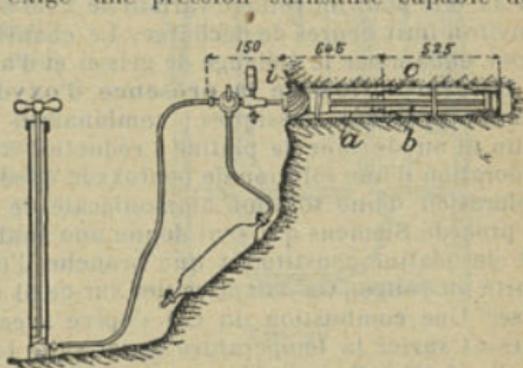


Fig. 37.

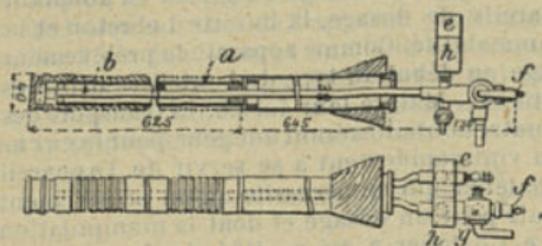


Fig. 38.

facilement transportables destinés à faire des prises de gaz dans les trous de mines. Lorsque le gaz analysé renferme une proportion de mauvais gaz suspecte, il faut faire évacuer les quartiers menaçants.

Un appareil dit « détecteur de grisou » imaginé par Guilleford, permet, non pas de mesurer les teneurs en grisou, mais de

décèler s'il y a lieu dans l'atmosphère de la mine une proportion de grisou supérieure à une valeur donnée (3 0/0).

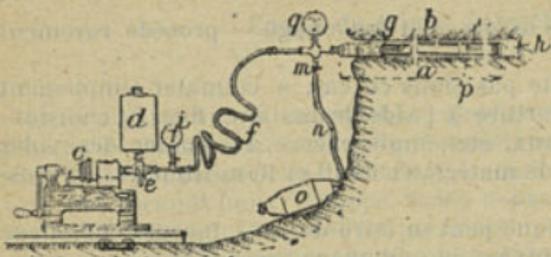


FIG. 39.

Il est formé d'un fusible en fil de platine placé extérieurement à la lampe et pouvant être branché sur le circuit de l'ampoule.

S'il se trouve dans un milieu suffisamment grisouteux, l'échauffement dû au courant

fait fondre le fil. L'appareil donne des indications exactes (entre 3 et 3,2 0/0) pour un voltage variant de 2^v,20 à 1^v,95, c'est-à-dire pendant environ huit heures de décharge. Le chauffage du fil est insuffisant pour enflammer le mélange de grisou et d'air.

Détermination de la présence d'oxyde de carbone. — Aux quatre procédés classiques : combinaison à l'oxygène en présence d'un fil ou de noir de platine ; réduction du chlorure de palladium ; coloration d'une solution de pentoxyde d'iode dans l'acide sulfurique ; coloration d'une solution ammoniacale de nitrate d'argent, s'ajoute le procédé Siemens qui seul donne une analyse qualitative sûre. Un fil de platine constituant une branche d'un pont de Wheastone est porté au rouge. On fait circuler sur ce fil un courant du gaz à analyser. Une combustion du CO s'opère avec dégagement de chaleur faisant varier la température et par suite la résistance électrique du fil de platine. Ce procédé permet de déceler des proportions d'oxyde de carbone ne dépassant pas 0,1 à 0,2 0/0.

Stations grisométriques établies dans la Sarre. — La direction technique des mines domaniales de la Sarre a décidé, dès 1921, de munir chaque district d'une station de dosage du grisou en adoptant tout d'abord, comme appareils de dosage, la burette Lebreton et la méthode des limites d'inflammabilité. Comme appareil de prélèvement et de transport on fit usage au début du type de bouteilles utilisées dans le bassin de Saint-Étienne. Malgré leur forme, le transport des boîtes contenant chacune quatre bouteilles étant une gêne pour la circulation dans la mine, on en vint rapidement à se servir de l'appareil à combustion de H. Le Chatelier qui ne nécessite qu'un prélèvement de 50 centimètres cubes d'air pour un dosage et dont la manipulation est aisée. L'appareil de Le Chatelier a été modifié de façon à permettre la lecture directe de la teneur en grisou.

Pour effectuer un dosage à l'aide du type d'appareil, on fait la série des opérations suivantes :

Affleurement du mercure à la pointe-repère et première lecture de la hauteur manométrique h ;

Remplissage de l'éprouvette avec le mercure ;

Aspiration de l'air à analyser et fermeture du robinet à pointe-tau ;

Cinq minutes d'attente pour équilibrer la température, affleurement du mercure à la pointe-repère et deuxième lecture de la hauteur manométrique h_1 ;

Combustion ;

Dix minutes d'attente pour refroidissement à la température initiale. Affleurement du mercure à la pointe-repère et troisième lecture de la hauteur manométrique h_2 .

La pression barométrique H a été relevée pendant l'expérience.

La teneur n en grisou pour 100 se détermine d'après une formule qui, après toutes simplifications, peut s'écrire :

$$x = \frac{1}{2} \left(\frac{h_1 - h_2}{H + h_1 - h} \right) ;$$

dans laquelle le diviseur du terme entre parenthèses représente la pression de l'air à doser avant la combustion ; comme on le voit, il est égal à la pression atmosphérique H augmentée de la différence $(h - h_2)$ entre la pression de l'air contenu dans l'éprouvette avant la combustion et la pression atmosphérique ; différence qui, pour une manipulation normale de l'appareil, peut atteindre au maximum 3 à 4 millimètres de mercure ; une telle variation ne peut fausser la donnée de l'expérience et par conséquent, entraîner qu'une erreur d'un vingt-millième sur la teneur en grisou. Dès lors, on peut calculer x dans la pratique d'après la relation :

$$x = \frac{1}{2} \left(\frac{h_1 - h_2}{H} \right) .$$

Voici la description de l'appareil employé dans le laboratoire du contrôle des mines de la Sarre tel que l'ont construit les établissements Poulenc, à Paris.

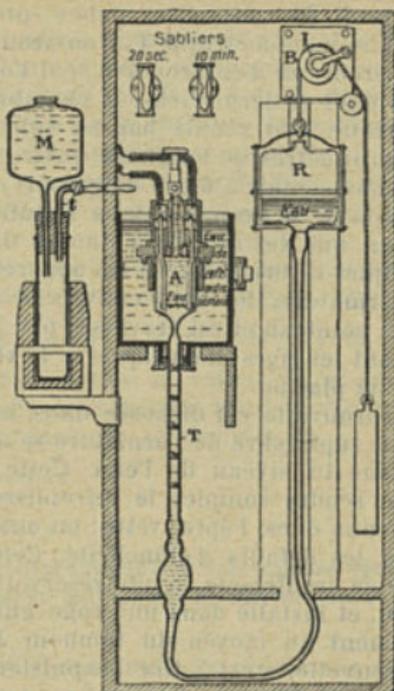


FIG. 40.

L'éprouvette comprend une chambre de combustion A, d'un volume d'environ 30 centimètres cubes ; prolongée à sa partie inférieure par un tube manométrique T, d'environ $2^{\text{mm}},5$ de diamètre si l'on emploie le mercure et d'environ $4^{\text{mm}},5$, si l'on emploie l'eau pour déplacer les gaz ; dans ce dernier cas, la chambre de combustion et le tube manométrique sont réunis par un tube de 2 millimètres de diamètre et 25 millimètres de longueur environ afin d'empêcher l'inflammation du mélange (air à 6 0/0 de grisou) contenu dans la chambre de combustion de se propager dans le tube manométrique. Il importe d'observer que le dosage d'air à 6 0/0 ou plus de méthane présente quelques difficultés avec les appareils à combustion.

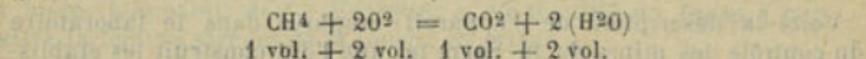
L'armature, formant couvercle d'épuisette, est munie d'un robinet à pointeau et est traversée par deux bornes en caoutchouc durci portant les tiges métalliques à l'extrémité desquelles est fixée la spirale de platine.

L'éprouvette est disposée dans la boîte à eau de manière que la partie supérieure de l'armature se trouve à environ 2 centimètres au-dessous du niveau de l'eau. Cette disposition a pour effet d'activer et de rendre complet le refroidissement après combustion des gaz contenus dans l'éprouvette ; en outre, elle permet de déceler facilement les défauts d'étanchéité. Cette éprouvette est réunie, par un tube en caoutchouc, à un réservoir R, contenant du mercure ou de l'eau, et installé dans une cage guidée que l'on peut déplacer verticalement au moyen du tambour B. Le déplacement de l'air dans l'éprouvette, c'est-à-dire l'expulsion de l'air au début d'une série de dosages ou de gaz restant d'un dosage précédent, et l'aspiration de l'air à analyser se font à l'aide du réservoir R.

Supposons l'éprouvette remplie d'air à analyser jusqu'au point O du tube manométrique T et le réservoir R immobilisé. Le niveau du liquide dans ce réservoir est à la hauteur du zéro du tube manométrique.

Effectuons la combustion du grisou de l'air contenu dans A par la mise à l'incandescence, pendant vingt secondes, de la spirale de platine, à l'aide d'un courant électrique dont la tension est réglée par deux rhéostats dont l'un, placé près de l'appareil, sert au réglage exact de l'incandescence. Attendons dix minutes pour que les gaz, contenus dans l'éprouvette, soient ramenés à la température initiale. L'air contenu dans le tube manométrique n'a pas subi l'action de la spirale incandescente.

La combustion de l'air de la chambre s'est effectuée suivant la formule :



c'est-à-dire que la diminution de volume ou de pression est double

de la teneur en grisou selon que l'on opère à pression ou à volume constant.

L'éprouvette étant en communication libre avec le réservoir R lui-même en communication avec l'atmosphère, le liquide s'élève dans le tube manométrique T d'une hauteur qui dépend de la densité du liquide, de la pression H, du volume de la chambre de combustion, de celui du tube manométrique et du diamètre de ce tube.

Nous devons signaler que le rapport des sections du tube T et de R est au minimum d'un deux-millième et que, dans ces conditions, l'ascension du liquide dans T fait varier le niveau dans R d'une quantité infime n'ayant aucune influence sur les résultats de l'analyse.

Pour graduer le tube manométrique, on se sert de la formule :

$$m \cdot s \cdot n^2 - [(m + 1) V + m \cdot s \cdot P] x + m \cdot 2n \cdot VP = 0.$$

La résolution de cette équation donne la valeur de x pour la teneur n du grisou de l'air à analyser et permet ainsi la graduation du tube manométrique. Dans cette formule, on désigne par :

V, le volume de la chambre de combustion ;

$\frac{V}{m}$, le volume du tube T jusqu'au zéro ;

P, la pression de l'air contenu dans l'éprouvette que l'on suppose égale à la pression atmosphérique exprimée en millimètres de mercure ou d'eau ;

s, la section du tube T.

Si nous supposons l'appareil rempli de liquide, les opérations à faire pour un dosage sont les suivantes :

Aspiration de l'air à analyser jusqu'au zéro du tube manométrique par déplacement du réservoir R.

Attente d'une minute pour équilibrer la température de l'air et remise du niveau de l'eau au zéro de T.

Combustion du grisou par mise à l'incandescence de la spirale pendant vingt secondes. Attente de dix minutes et lecture de la teneur n sur le tube T.

Le transvasement de l'air du flacon de prélèvement dans l'éprouvette se fait sous la pression du réservoir d'eau M fixé sur un bouchon muni du tube capillaire t avec robinet ; le remplacement du bouchon plein du flacon de prélèvement par le bouchon muni du réservoir rempli d'eau se fait sur une cuve à eau.

On supprime les calculs à effectuer pour déterminer x en établissant un barème donnant, pour des dépressions après combustion variant d'un demi-millimètre de mercure, les teneurs en grisou correspondantes.

Données numériques sur les galeries de mines.

Section. — La section trapézoïdale est la plus employée, comme permettant le boisage en cadre à trois ou quatre pièces : deux montants, un chapeau et, éventuellement, une semelle dans les terrains qui poussent de bas en haut.

Les dimensions dépendent de celles du matériel roulant qui doit y circuler et de l'aérage. Dans les mines métalliques, on se contente de dimensions plus faibles que dans les houillères où il faut faire face à un roulage intense et faciliter l'aérage.

Il faut (fig. 41) pouvoir laisser passer les hommes de chaque côté, ce qui exige au moins 0^m,25. On doit donc avoir, à la hauteur de 1 mètre au-dessus du sol, un espace net, entre bois, de 1^m,10 à 1^m,30 pour les galeries à voie unique, et 2^m,10 pour les galeries à voies doubles.

La hauteur dépend du mode de traction.

Pour chevaux il faut au moins.....	1 ^m ,80
Mulets, ânes.....	1 ^m ,50 à 1 ^m ,60

Dans les houillères non grisouteuses, la section moyenne des galeries de roulage doit être de 4 mètres carrés. Dans les charbonnages grisouteux, ne pas descendre au-dessous de 5 mètres carrés. Des sections de 8 mètres carrés ne sont pas rares dans les retours d'air.

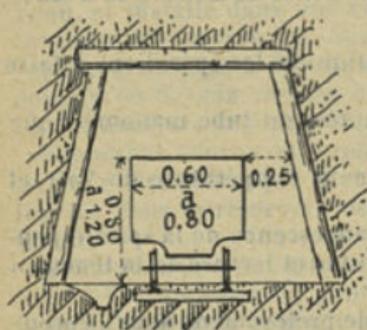


FIG. 41. — Section normale.

Ce chiffre peut s'abaisser à 3 mètres carrés, quand on opère dans des mines métalliques, bien que, au-dessous d'un certain chiffre, il n'y ait plus grande économie, la diminution du cube à extraire étant compensée par la gêne que cause, à l'avancement, un chantier par trop étroit.

Disposition des coups de mine. — A moins qu'il n'existe au front de taille une « rouillure » ou veine de matière tendre, venant à la rivelaine, qu'il faudrait naturellement enlever au préalable, de façon à dégarnir sa surface en battant ensuite au large par des coups de mines appropriés, il faut, dans un front de taille supposé homogène, creuser les trois ou quatre premiers trous en forme de pyramide renversée, de façon à faire le débouchage. Il y a intérêt à tirer ces quatre coups ensemble (tirage électrique).

On bat ensuite au large en affranchissant soigneusement les angles. Le nombre total des coups varie suivant la roche et surtout suivant l'habileté des ouvriers, de 11 à 30. C'est pourquoi il faut toujours faire ces travaux au rocher à l'entreprise, de façon à intéresser l'ouvrier à économiser l'explosif, ou tout au moins en régie co-intéressée à l'économie obtenue par un choix judicieux de l'emplacement des coups.

Consommation d'explosifs. — 5 à 6 kilogrammes de dynamite-gomme par mètre courant est un chiffre qui n'a rien d'excessif en terrains durs. Le rendement par homme, très variable, oscille entre 150 et 400 hectolitres par journée de huit heures (en général, ces percements se font à trois postes de huit heures chaque).

La direction des travers-bancs doit être matérialisée par deux repères placés le long d'une paroi (et non dans l'axe) qu'on aligne au fil à plomb.

Pente. — Il faut constamment la surveiller, car si on laisse faire les hommes, ils grimpent et donnent à la sole des pentes invraisemblables pour éviter l'eau. Cette dernière doit être évacuée par une cuvette latérale ou par une cuvette centrale, en cas de très grosse venue, la voie étant posée, dans ce cas, sur un faux plancher.

Galeries en terrains inconsistants aquifères. — Le creusement d'une galerie à travers des terrains ébouleux est un travail courant dans les mines. Il n'offre même pas de grosses difficultés lorsque l'on se trouve en présence de terrains en place de nature ébouleuse, mais homogène : tels que les sables, le charbon menu, etc.

Il n'en est pas de même lorsque l'on rencontre un gros éboulement. On le contourne généralement quand on ne peut pas le relever. Il est des cas cependant où il est difficile de dévier une galerie sans inconvénient. Il faut alors traverser l'éboulement coûte que coûte.

Or, il est impossible d'employer, dans ce cas, le procédé du pousage, car les palplanches, butant contre de gros blocs, ne s'enfonceraient pas. D'autre part, si l'on voulait débiter ces blocs à coups de mine, l'ébranlement résultant de ces tirs aggraverait l'éboulement. Enfin, il est souvent dangereux de pénétrer dans la cloche pour la boiser.

Un problème se pose donc : rendre consistants des terrains qui ne le sont pas (déblais) et remblayer la cloche, ou tout au moins créer, au-dessus de la galerie, un toit suffisamment résistant pour protéger contre la chute des blocs les ouvriers travaillant à l'avancement.

Une application de la cimentation va nous permettre de résoudre ce problème.

Un lait de ciment injecté dans les déblais les rendra compacts, les agglomérera, et, en remblayant la cloche avec du ciment, jusqu'à une certaine hauteur au-dessus de la galerie, on pourra, lorsque ce ciment aura fait prise, poursuivre l'avancement dans des terrains solides et faciles à forer.

Voyons comment sera conduit ce travail :

L'injection du ciment se fera au moyen de l'air comprimé ou de l'eau sous pression.

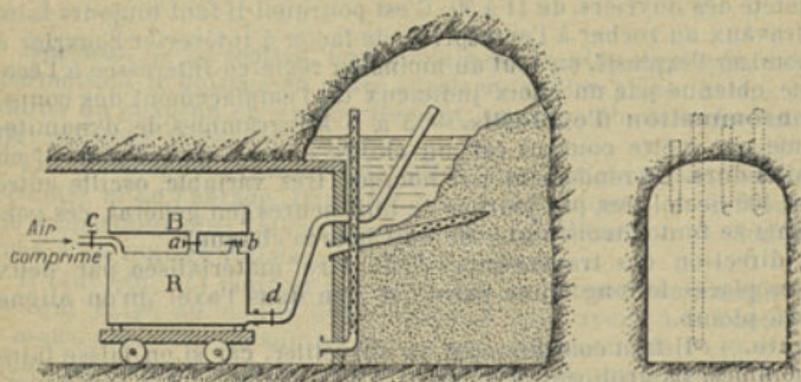


FIG. 42. — Cimentage d'un front de taille inconsistant.

On se servira d'un réservoir R (fig. 42), placé le plus près possible du front de taille, et dans lequel on introduira le lait de ciment, préparé dans la bûche B, d'une capacité légèrement supérieure à celle du réservoir. Les robinets *a* et *b* seront fermés (le robinet *b* ayant servi à l'échappement de l'air pendant le remplissage du réservoir); puis l'on ouvrira les robinets *d* du tuyau d'injection et *c* de la conduite d'air comprimé. Le réservoir est alors vidé en trente secondes environ. On peut ainsi injecter 2 tonnes de ciment à l'heure.

Pour l'injection du lait de ciment dans les déblais, on emploie des tubes de fer de 40 à 60 millimètres de diamètre, aplatis à leur extrémité en forme de lance, et percés de trous sur leur périphérie (fig. 43). Ces tubes

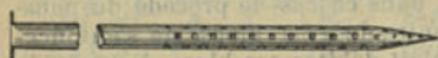


FIG. 43. — Tube pour l'injection du lait de ciment.

peuvent ainsi être enfoncés assez profondément, sans se boucher, dans les terrains à consolider.

Pour remblayer la cloche, on commence par construire un barrage le plus près possible de l'éboulement. Dans ce barrage sont fixés des tubes devant servir à l'injection du ciment.

L'extrémité de ces tubes est à différentes hauteurs au-dessus du toit de la galerie.

Ces hauteurs, soigneusement repérées, permettront de se rendre compte, à tout instant, du niveau du ciment injecté. Et, en effet, dès que le ciment arrivera à la hauteur du tube le plus court, il s'écou-

lera par ce tube à l'extérieur du barrage. On bouchera ce tube et l'on continuera l'injection. Le second tube donnera une deuxième hauteur du niveau du ciment et ainsi de suite. On arrêtera l'injection quand on aura reconnu suffisante l'épaisseur du ciment au-dessus de la galerie.

Pour l'écoulement de l'eau accumulée derrière le barrage, on disposera un tube vertical, percé de nombreux trous sur toute sa longueur.

Par mesure d'économie, on mélangera un peu de sable de laitier au ciment injecté ; on augmentera même rapidement la proportion de ce sable, pour achever le remblayage de la cloche avec du sable pur.

(Ce procédé peut être employé pour combattre un feu ayant pris naissance au-dessus d'une galerie. Dans ce cas, on remplacera le ciment par un mélange d'argile et de cendres de carneaux de chaudières.)

Dans le cas de la cimentation, il est utile de savoir quand le ciment aura fait prise suffisamment pour reprendre l'avancement. Dans ce but, on conservera du lait de ciment dans des boîtes étanches, et l'on essaiera, de temps à autre, le degré de prise de ce ciment avec l'aiguille de Vicat.

Une application de ce procédé a été faite, avec succès, aux mines de Tréllys.

Un violent dégagement d'acide carbonique ayant remblayé, sur 70 mètres, un travers-bancs en creusement, en projetant 800 tonnes de déblais, on trouva, en arrivant au front de taille, des terrains fort disloqués. Dans une cloche de grande hauteur, se détachaient constamment des blocs énormes de grès et de schiste dur. Il fut impossible de pénétrer dans cette cloche pour la boiser et la remblayer à la main. Il fallut passer cependant et sans changer la direction du travers-bancs, ce dernier devant servir plus tard à une traction mécanique. On fit un barrage en maçonnerie derrière lequel on injecta du lait de ciment. Le ciment employé fut du ciment demi-lent fourni par la maison Gonon, de Crest. Le lait, composé de 100 kilogrammes de ciment pour 120 litres d'eau, faisait prise en 1 h. 1/4. On injecta 22 tonnes de ciment. Les voûtes du travers-bancs avaient été fendues par le dégagement d'acide carbonique. Elles furent consolidées par cette injection de ciment qui vint ressortir par des petites fissures de la maçonnerie en les obturant à 15 mètres en arrière du barrage.

Huit jours après la fin de l'injection, le barrage fut ouvert en couronne. Le ciment avait bien noyé les blocs et fait prise, mais il n'était pas assez dur. On attendit huit jours encore avant de reprendre l'avancement. Le durcissement était alors satisfaisant, et on trouva en couronne des terrains rendus compacts par le ciment, dont l'épaisseur au-dessus de la galerie était de 1^m,20.

Les ouvriers ont pu, dès lors, travailler sans danger au front de taille.

Généralement, dans les différents procédés de cimentation, l'injection du lait de ciment se fait de loin, par des tubes qui se bouchent fréquemment et qui s'abiment presque toujours : d'où une dépense

assez élevée. Dans le procédé que je viens de décrire, rien de pareil, les tubes n'étant plus parcourus que par de l'air comprimé ou de l'eau sous pression. Si la galerie se fait à la perforation mécanique, on utilisera naturellement la conduite d'air comprimé, pour injecter le lait de

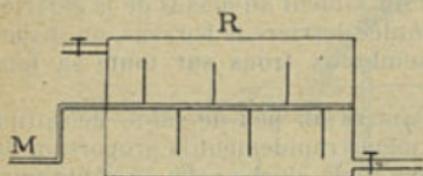


FIG. 44. — Réservoir à lait de ciment.

ciment par l'intermédiaire du réservoir R.

Ce procédé est donc simple et économique.

Il peut indifféremment servir : 1° à la cimentation de terrains éboulés ; 2° au remblayage hydraulique d'une cloche ; 3° à combattre les feux dans les couches et dans les remblais schisteux des mines de charbon.

Données numériques sur l'avancement en galerie.

Avancement en galerie. — Supposons qu'il s'agisse d'une *galerie à travers bancs* d'environ 3^m2,50 de section (2 mètres de largeur sur 2 mètres de hauteur, avec couronne en demi-cercle), — la *journée des ouvriers* ressortant à 4 francs et le *kilogramme de poudre* à 2 fr. 50. — En travaillant à deux postes par jour et en comptant vingt-cinq jours de travail par mois, on aura les résultats consignés dans le tableau suivant :

Schistes tendres.....	65 francs par mètre
Grès et granit.....	80 —
Porphyres, quartzites.....	100 —

Évaluation du vide excavé. — Connaissant ou appréciant le prix du mètre courant de galerie horizontale à petite section dans un terrain donné, on en déduit le prix du mètre cube de vide, et, de ce dernier prix, on peut conclure le prix d'une autre excavation, de formes et de dimensions données, en employant les coefficients ou *modules de transition* suivants :

Pour une section de 10 à 20 mètres carrés, au lieu de 3^m2,50, $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$;

Pour une très grande section de 36 mètres carrés, dont 12 à l'avancement et au battage au large et 24 au rebanché :

A l'avancement, $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$;

Au rebanché, $\frac{1}{3}$;

Pour un grand ouvrage à gradins à ciel ouvert, $\frac{1}{4}$;

Pour un ouvrage fait en cheminée montante, $1 \frac{1}{2}$;

Pour un fonçage, selon que l'on est plus ou moins gêné par les eaux, $1 \frac{1}{2}$ à 2 ;

Pour un travail en gradins renversés dans un filon :

Dans le cas d'un filon mince, $\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{4}$;

Dans le cas d'un filon moyen, $\frac{1}{2}$;

Dans le cas d'un filon puissant, $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{2}$.

Des explosifs.

Les explosifs employés dans les mines sont de trois sortes : la poudre en grains, la poudre comprimée, les dynamites, les explosifs Favier et les cheddites.

Explosifs employés dans les mines. — *La poudre noire* est surtout employée pour les roches tendres. C'est un explosif lent et déflagrant, dont la vitesse de transmission ne dépasse pas quelques mètres par seconde.

Elle est également utilisée pour souffler les masses friables qu'on ne veut pas briser (ardoise, . Elle est directement allumée à la mèche, sans l'intermédiaire d'un detonateur.

La poudre en grains, telle qu'elle est vendue par l'État, est de moins en moins employée ; elle est remplacée par la poudre comprimée (densité 1,5), dont l'emploi est plus commode et moins dangereux.

L'emploi de la poudre noire, en grains ou comprimée, est interdit dans les mines de houille. (Décret du 13 août 1911, art. 179.)

Poudre noire comprimée. — Il est interdit, depuis 1904, d'employer de la poudre en grains à l'état libre (art. 14 du règlement type du Ministère des Travaux publics du 11 juin 1904 : *La poudre noire doit toujours être introduite en cartouches dans les trous de mines*).

La poudre noire comprimée présente sur la poudre en grains de grands avantages : régularité de compression et de rendement, réduction de 25 à 40 0/0 sur la quantité de poudre à employer, rapidité et sécurité plus grandes dans la distribution, le maniement et l'emploi, contrôle facile des quantités de poudre employées.

La poudre noire comprimée, et la poudre au nitrate de soude dite « sprengsalpeter », comprimée d'une façon identique, sont le principal explosif employé dans les mines de fer de l'Est.

La poudre comprimée convient à tous les travaux en roches de dureté moyenne, et présente l'avantage, sur les explosifs brisants, de donner de plus gros morceaux. C'est donc l'explosif qui convient par excellence aux exploitations de chaux et ciments, plâtrières, etc. La poudre au nitrate de soude, moins violente, est préférée à la poudre noire dans les exploitations de plâtrières dont les roches sont particulièrement tendres.

De plus, la poudre noire comprimée, ainsi que la poudre au nitrate de soude, bénéficient dans la réglementation des dépôts, d'un coefficient de sécurité égal à 10 (art. 3, arrêté du 1^{er} avril 1919); de sorte qu'un même dépôt peut régulièrement être autorisé, avec les mêmes formalités de demande, et les mêmes conditions d'isolement, à recevoir une quantité dix fois plus forte de poudre comprimée que de tout autre explosif.

Un dépôt de troisième catégorie, demandant seulement des formalités très simples, peut recevoir 100 kilogrammes de poudre comprimée, alors qu'il serait autorisé seulement pour 10 kilogrammes de tout autre explosif.

Les charges de poudre noire comprimée sont, à effet égal, de 30 à 40 0/0 inférieures à celles de la poudre noire ordinaire, suivant la nature des roches.

Les dynamites sont employées pour les roches dures.

La dynamite est un explosif brisant, nécessitant l'amorçage par un détonateur.

Les types de dynamites actuellement employés en France sont :

La dynamite Gomme 92 0/0, ou la dynamite Gomme 83 0/0, dont le prix en France est actuellement légèrement supérieur à 11 francs le kilogramme. ces types conviennent aux travaux en roches extradurées et dures.

La dynamite gélatinée n° 1 qui convient aux travaux en roche de dureté moyenne, le prix est d'environ 9 francs le kilogramme.

Les dynamites n° 2 et 3, plus faibles, pour roches tendres.

Le grisou-dynamite-roche, et grisou-dynamite-couché, dont il sera parlé plus loin.

Les dynamites sont livrées en cartouches entourées de papier parcheminé.

L'inconvénient des dynamites est de laisser exsuder la nitroglycérine par la chaleur et de geler à + 8°, ce qui nécessite la dangereuse opération du dégel.

La *poudre Favier* n° 1 est d'une force sensiblement égale à celle de la dynamite n° 1. C'est également un explosif détonant exigeant l'emploi de capsules. Elle est livrée en cartouches entourées de

papier paraffiné, d'une densité de 1,1. Son prix est de 8 francs le kilogramme.

Cette poudre a l'avantage d'offrir une sécurité absolue et d'être insensible au froid comme à la chaleur.

La dynamite n° 2, de même que la poudre Favier n° 2, sont peu employées et sans intérêt.

Cheddite. — Les explosifs à base de chlorate de potasse finement pulvérisé, mélangé à de la nitronaphtaline, fabriqués par la Société Universelle d'Explosifs (anciennement Bergès, Corbin et C^{ie}), ont pris, dans ces dernières années, un développement considérable. Découverts par Berthollet (explosion de la poudrerie d'Essonnes, 1788), ces explosifs chloratés ont été pendant plus d'un siècle l'objet de la méfiance générale. Le problème de la stabilité de ces explosifs a été résolu par l'apparition de la cheddite et leur consommation s'est rapidement accrue.

Explosifs employés dans les mines grisouteuses. — Ces explosifs sont tous à base d'azotate d'ammonium et divisés en deux groupes : ceux contenant de la nitroglycérine (grisoutines) et les explosifs Favier (grisounites). Leur puissance est inférieure à celle de la dynamite n° 1.

Les explosifs destinés à être employés dans les mines grisouteuses ou poussiéreuses doivent satisfaire aux deux conditions suivantes de la circulaire ministérielle du 1^{er} août 1890 :

1° Les produits de leur détonation ne doivent contenir aucun élément combustible, tel que hydrogène, oxyde de carbone, carbone solide, etc... ;

2° Leur température de détonation doit être inférieure à 1.900° pour les travaux dans le rocher et à 1.500° pour ceux en couche.

Chaque cartouche doit porter une étiquette indiquant sa composition pour permettre aux exploitants de vérifier eux-mêmes la température de détonation au moyen de la formule suivante :

$$pF + p'F' + p''F'' + \dots = \alpha\text{CO}_2 + \beta\text{H}_2\text{O} + \gamma\text{ClH} + \delta\text{O}_2 + \epsilon\text{Az} + \lambda\text{P}.$$

Circulaire relative à l'emploi des explosifs. — Une circulaire du 27 février 1912, du ministre des Travaux publics, commente l'article 179 du décret du 18 août 1911 sur l'exploitation des mines de combustibles. Cet article concerne l'emploi d'explosifs dans les mines grisouteuses et poussiéreuses. L'usage de la poudre noire y est interdit et aucun autre explosif ne peut y être employé que sous les conditions fixées par trois arrêtés spéciaux, tous datés du 27 février 1912.

Ces trois arrêtés autorisent, dans les mines grisouteuses et dans les mines poussiéreuses de 1^{re} et de 2^e catégories, l'emploi des explosifs désignés ci-après :

Grisou-naphtalite-couche, avec ou sans salpêtre, ayant pour composition :

Trinitronaphtaline.....	5	5
Nitrate d'ammoniaque.....	65	90
Nitrate de potasse.....	"	"

Grisou-dynamite-couche, avec ou sans salpêtre, ayant pour composition :

Nitroglycérine.....	12,0	12,0
Coton azotique.....	0,5	0,5
Nitrate d'ammoniaque.....	87,5	82,5
Nitrate de potasse.....	"	5,0

Les charges maxima de ces explosifs, par coup de mine, sont ainsi fixées :

Trous forés dans la couche.....	500 grammes
Trous forés dans la pierre (y compris les toits et murs des couches).....	1.000 —

Dynamite-gomme ordinaire :

Nitroglycérine.....	92 à 93 p.	0/0
Coton azotique.....	7 à 8	—

Dynamite-gomme à la potasse :

Nitroglycérine.....	82 à 83 p.	0/0
Coton azotique.....	5 à 6	—
Nitrate de potasse.....	9 à 10	—
Cellulose.....	2 à 3	—

Explosifs Favier n° 1 :

Nitrate d'ammoniaque.....	87,4
Binitronaphtaline.....	12,6

Grisou-naphtalite-roche, avec ou sans salpêtre, ayant pour composition :

Binitronaphtaline.....	8,5	8,5
Nitrate d'ammoniaque.....	91,5	86,5
Nitrate de potasse.....	"	5,0

Grisou-dynamite-roche, avec ou sans salpêtre, ayant pour composition :

Nitroglycérine.....	29,8	29,0
Coton azotique.....	1,8	1,0
Nitrate d'ammoniaque.....	70,0	65,0
Nitrate de potasse.....	"	5,0

	COMPOSITION CENTÉSIMALE							POURCENTAGE			
	Nitro-glycérine	Matière combustible	AzO ₃ Na	Zn 0 CO ₃ Ca CO ₃ Mg	Composés nitreux	AzO ₃ . AzH ₄	Nitro-cellulose	S	C	Énergie potentielle	Pouvoir brisant
Dynamite normale à 30 0/0 de nitro-glycérine.....	30	17 (a)	52	1	"	"	"	"	93,1	84,1	96,8
Dynamite normale à 40 0/0 de nitro-glycérine.....	40	15 (b)	44	1	"	"	"	"	100,0	100,0	100,0
Dynamite normale à 50 0/0 de nitro-glycérine.....	50	14 (b)	35	1	"	"	"	"	111,0	109,2	107,4
Dynamite normale à 60 0/0 de nitro-glycérine.....	60	16 (b)	23	1	"	"	"	"	104,0	119,8	114,9
Dynamite incongélable à 40 0/0	30	15 (b)	44	1	10	"	"	"	60,2	93,5	91,2
Dynamite incongélable à 60 0/0	45	16 (b)	23	1	15	20	"	"	101,8	67,9	99,1
Ammonia-dynamite à 40 0/0....	22	15 (a)	42	1	"	"	"	"	105,7	78,4	95,8
Dynamite-gomme à 40 0/0....	33	13 (a)	52	1	"	"	1	"	67,6	21,6	53,3
Poudre en grains à 5 0/0 de nitro-glycérine.....	5	35 (c)	60	"	"	"	"	"	71,6	6,8	58,8
Poudre noire.....	"	"	73	"	"	"	"	16			

a) Soufre, charbon et résine.

b) Poussière de bois uniquement.

c) Poussière de bois, farine et soufre.

Il est à remarquer que l'énergie potentielle de l'ammonia-dynamite à 40 0/0 et celle de la dynamite-gomme à 40 0/0, énergie qui représente le travail théorique maximum que l'explosif peut fournir, sont plus élevées que celle de la dynamite normale; mais le pouvoir brisant et la puissance de propulsion de ces deux premiers explosifs, qui constituent leur effet utile, sont inférieurs à ceux de la dynamite normale. Par suite, la dynamite normale est d'un emploi plus économique que les autres explosifs. Néanmoins l'ammonia-dynamite et la dynamite-gomme seront plus efficaces et moins onéreuses quand il s'agira de certains travaux demandant un puissant effort de propulsion et un effet brisant relativement faible.

Par exemple : pour briser une roche tendre, la dynamite normale entre trop vite en action, vu son pouvoir considérable de percussion, tandis que les deux autres explosifs, qui ont pratiquement la même puissance de propulsion, mais un effet brisant bien moindre, conviendraient mieux.

La poudre noire n'a qu'un pouvoir brisant d'un tiers seulement de celui de la poudre en grains à 5 0/0 de nitroglycérine.

GRISOUTINE

Les seuls explosifs pour mines grisouteuses employés en France sont les suivants :

1° Les mélanges de dynamite n° 1 et d'azotate d'ammonium dans lesquels la proportion de dynamite ne doit pas dépasser 40 0/0 pour les travaux en roche et 20 0/0 pour les travaux en couche ;

2° Les mélanges de dynamite gomme et d'azotate d'ammonium dans lesquels la proportion de dynamite-gomme ne dépasse pas 30 0/0 pour les travaux en roche et 10 0/0 pour les travaux en couche.

Ces deux catégories constituent les « Grisoutines ».

3° Le mélange de binitronaphtaline et d'azotate d'ammonium dans lequel la proportion de binitronaphtaline ne dépasse pas 8,5 0/0 (travaux en roche) ;

4° Le mélange de trinitronaphtaline et d'azotate d'ammonium dans lequel la proportion de trinitronaphtaline ne dépasse pas 4,5 0/0 (travaux en couche).

Ces deux catégories constituent les « Grisoutines-Favier » qui ont pris, dans ces dernières années, une extension considérable.

Le développement de la poudre Favier a été stimulé par les mesures prises en 1901, à la suite de l'explosion d'Aniche, en vue du transport et du dépôt des explosifs. On sait que, depuis lors, les *dépôts souterrains* sont établis suivant toutes les règles de l'art; il en existe

maintenant dans la moitié des exploitations ; mais l'autre moitié, se servant exclusivement des explosifs Favier, n'en possède pas.

Le premier règlement sur les mines à grisou date de 1887, la réglementation des explosifs de sécurité de 1890 ; ces règlements ont été remaniés en 1898 et enfin, en 1908, complétés par les mesures relatives aux poussières.

De ces mesures, l'arrêt-barrage de M. Taffanel, aussitôt imaginé, a rencontré une très grande faveur et, par un grand effort auquel l'Administration se doit de rendre hommage, 900 de ces installations ont été faites en six mois, après leur première apparition.

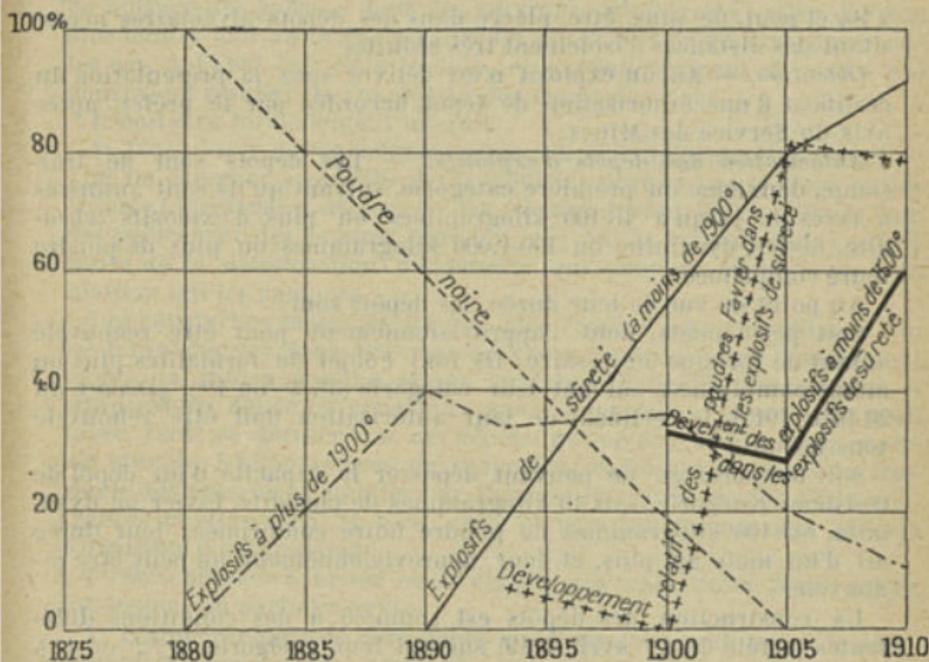


FIG. 45. — Répartition des explosifs par catégorie.

En ce qui concerne plus spécialement l'emploi des *explosifs*, la poudre noire était seule utilisée au début (fig. 45) ; l'emploi de la dynamite et, en particulier, de la dynamite-gomme, s'est répandu entre 1880 et 1899 ; toutefois les explosifs ont été temporairement bannis des mines très grisouteuses jusqu'à l'apparition des explosifs de sûreté en 1890. La poudre noire a commencé à disparaître des mines, non grisouteuses, en 1896. A la même époque, apparaissent les explosifs Favier qui ont pris, depuis lors, un si grand développement en raison de leur sécurité de manutention.

Réglementation des explosifs. — Nous insistons particulièrement sur la modification suivante :

Tous les explosifs, voyageant par fer, sont taxés au même tarif, première catégorie 1/2.

Tous les explosifs sans aucune exception, sont soumis, au point de vue de la mise en dépôt, à une réglementation uniforme :

Décret du 20 juin 1915.

Arrêté ministériel des 1^{er} et 8 avril 1919.

L'explosif le plus favorisé par cette nouvelle réglementation est la poudre comprimée, qui bénéficie d'un coefficient de sécurité égal à 10, et peut, de plus, être placée dans des dépôts alvéolaires nécessitant des distances d'isolement très réduites.

Obtention. — Aucun explosif n'est délivré sans la présentation du certificat d'une autorisation de dépôt accordée par le préfet, après avis du Service des Mines.

• *Autorisation des dépôts d'explosifs.* — Les dépôts sont de troisième, deuxième ou première catégorie, suivant qu'ils sont autorisés à recevoir jusqu'à 10-100 kilogrammes ou plus d'explosifs (cheddite, fâvier, dynamite) ou 100-1.000 kilogrammes ou plus de poudre noire comprimée.

Au point de vue de leur durée, les dépôts sont :

Soit permanents, dont l'approvisionnement peut être renouvelé autant de fois que nécessaire; ils font l'objet de formalités plus ou moins compliquées suivant leur catégorie (3^e, 2^e ou 1^{re}), (Décret du 20 juin 1915); le certificat de leur autorisation doit être renouvelé tous les ans;

Soit temporaires, ne pouvant dépasser la capacité d'un dépôt de troisième catégorie, soit 10 kilogrammes de cheddite, fâvier ou dynamite, ou 100 kilogrammes de poudre noire comprimée; leur durée est d'un mois au plus, et leur approvisionnement ne peut être renouvelé.

La construction des dépôts est soumise à des conditions différentes (arrêté du 1^{er} avril 1919) suivant leur catégorie (3^e, 2^e ou 1^{re}), suivant qu'ils sont superficiels, ou enterrés, ou souterrains. Les conditions de leur installation doivent être approuvées par le Service des Mines sur l'avis duquel le Préfet accorde l'autorisation.

Les dépôts d'explosifs doivent être soumis à la surveillance d'un gardien.

Il doit être tenu un registre mentionnant jour par jour les entrées et les sorties d'explosifs.

Les détonateurs ne doivent jamais être placés dans un dépôt d'explosifs, mais toujours dans un dépôt à part.

Le danger du gel est considérablement diminué en employant la dynamite « Antigel » dont le point de congélation est de -15° , température qui n'est qu'exceptionnellement atteinte dans nos régions.

Ces explosifs de sûreté sont fabriqués par la Société des Poudres et Dynamites d'Arendonck, près Turnhout (Belgique).

Emploi. — Les cartouches seront tenues, par les ouvriers auxquels elles auront été délivrées, à l'abri de la gelée, de l'humidité et de tout danger de feu par le voisinage de lampes, etc. Elles seront séparées de tout approvisionnement d'amorces, lesquelles devront être placées à un intervalle de 5 mètres au moins.

Lorsqu'elles seront en certaine quantité, elles devront être conservées dans des boîtes en bois, munies d'un couvercle maintenu fermé par son propre poids, et fixées, autant que possible, contre les cadres de boisage des galeries dans les ouvrages souterrains; elles devront être tenues tout au moins à l'abri des chocs directs de l'air, dans tous les cas à l'abri des éboulements, et particulièrement de ceux qui pourraient résulter de l'explosion des coups de mine.

Il doit être formellement interdit:

1° D'employer des cartouches gelées ou incomplètement dégelées;

2° De chercher à ramollir des cartouches durcies par le froid en les exposant directement au feu, en les plaçant devant les cheminées, sur des poêles, sur des cendres chaudes, etc., en les mettant dans l'eau, à cause de la détérioration dangereuse qui peut en résulter pour la matière qui les compose.

Les cartouches suspectes doivent être remises aux surveillants, qui les feront dégeler dans des vases spéciaux au bain-marie simplement tiède, ou mieux par un séjour prolongé dans des espaces clos, à température douce et constante, sans intervention directe d'aucun foyer. Dans ce dernier cas, ces dépôts, qui ne devraient jamais contenir plus de 5 kilogrammes de dynamite, correspondraient à la troisième des catégories établies par l'article 16 du règlement d'administration publique du 24 août 1875 et seraient soumis aux mêmes formalités d'autorisation:

3° De chercher à briser ou à couper des cartouches ainsi gelées totalement ou partiellement;

4° D'amorcer plus de cartouches qu'on ne doit en utiliser immédiatement et conserver des cartouches amorcées.

Toute cartouche amorcée et non utilisée doit être séparée de son amorce et mise en lieu sûr. Si une cartouche amorcée est gelée, elle ne devra être désamorcée qu'après avoir été dégelée avec les précautions voulues:

5° D'employer des bourroirs en fer ou en métal pour le chargement des coups de mine et de procéder par chocs au bourrage;

6° D'introduire dans la charge d'autre cartouche amorcée que la cartouche amorce proprement dite, laquelle doit être placée au-dessus de cette charge avec un soin particulier;

7° De revenir sur une mine ratée, qu'elle soit isolée ou fasse partie d'une série de coups, sans avoir laissé écouler un délai d'une heure au

moins, et dans tous les cas, de chercher à débourrer un coup raté, sous quelque prétexte que ce soit.

8° De reprendre les coups ayant fait canon, ainsi que les culots ou fonds de trous restés intacts après l'explosion, soit pour les approfondir, soit pour les charger à nouveau, soit pour en retirer les cartouches ou portions de cartouches non brûlées qui pourraient y être restées.

Les trous faits au voisinage soit des coups ratés, soit des coups ayant fait canon ou des culots, doivent être placés à une distance des premiers telle qu'il existe au moins 20 centimètres d'intervalle dans tous les sens entre l'ancienne charge et le nouveau trou, cette distance devant être augmentée s'il y avait lieu de craindre que la nitroglycérine ne se fût répandue dans la roche, à travers des fissures.

On devra se défier de l'emploi de la poudre dans les trous de mines pour faire détoner la dynamite, dont l'explosion peut ainsi n'être pas déterminée d'une manière franche et complète.

En cas de tirage à l'électricité, la manivelle des machines électriques statiques sera toujours entre les mains du chef de poste préposé au tirage, qui ne la mettra en place qu'au moment d'allumer les coups.

Les dépôts d'explosifs seront séparés des locaux où sont placés les générateurs d'électricité.

(Extrait de la circulaire ministérielle en date du 11 juin 1889.)

Voir à la fin du volume les arrêtés ministériels récents relatifs à l'emploi des explosifs dans les mines de combustibles.

Explosif à l'oxygène liquide. — Ses avantages :

1° Possibilité d'obtenir un meilleur rendement dynamique qu'avec les explosifs ordinaires, puisque l'emploi de l'oxygène liquide permet de choisir, parmi les différents types de cartouches, celles dont le degré de puissance est le plus approprié aux conditions physiques de la roche à abattre ;

2° Une bonne visibilité après le tir, surtout dans le cas du tir électrique (absence presque absolue de fumée), d'où diminution des risques d'accidents par chutes de blocs au retour du mineur au front de taille ;

3° Amélioration de l'atmosphère de la mine par suite de l'évaporation du liquide, d'où économie très sensible de la puissance consommée par le ventilateur ;

4° Augmentation importante du rendement des mineurs résultant de 2° et 3° ;

5° Impossibilité, pour les ouvriers, d'emporter l'explosif chez eux. L'explosif à l'oxygène liquide est essentiellement composé de deux parties :

1° Un comburant qui est l'oxygène liquide ;

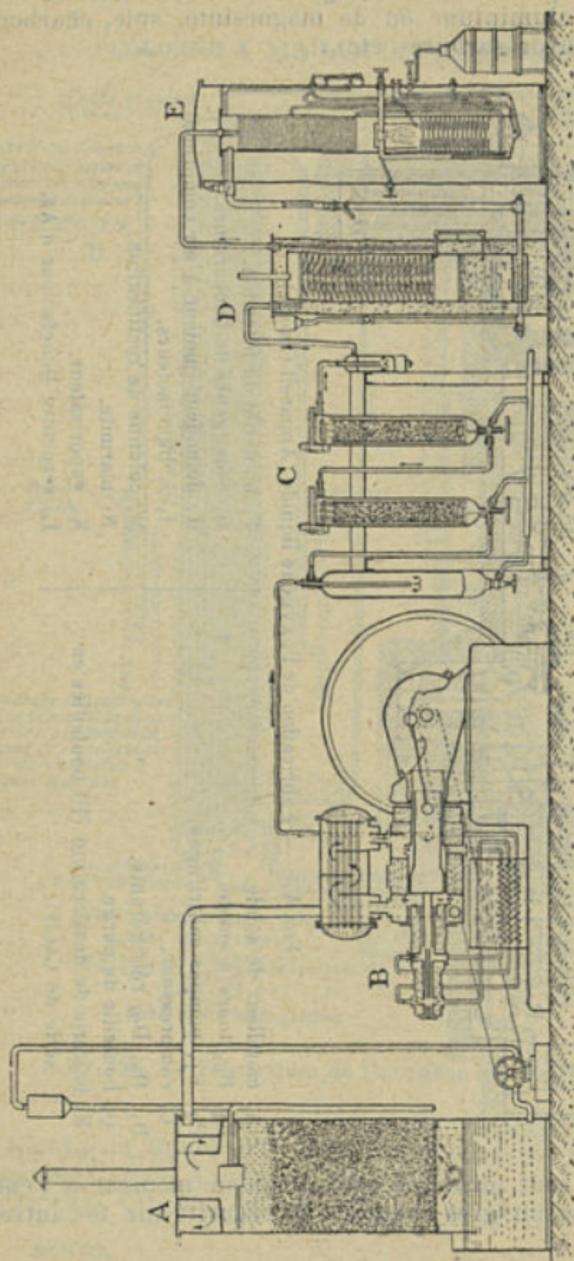


FIG. 46. — Fabrication de l'oxygène liquide (Système Messer)

- A, épurateur laveur à circulation continue de lessive de potasse.
 B, compresseur d'air.
 C, batterie d'évaporation à chlorure de calcium et à potasse.
 D, réfrigérant.
 E, colonne de liquéfaction,

2° Un combustible qui est un mélange de matières diverses très oxydables (poudre d'aluminium ou de magnésium, suie, charbon, hydrates de carbone, hydrocarbures, etc...).

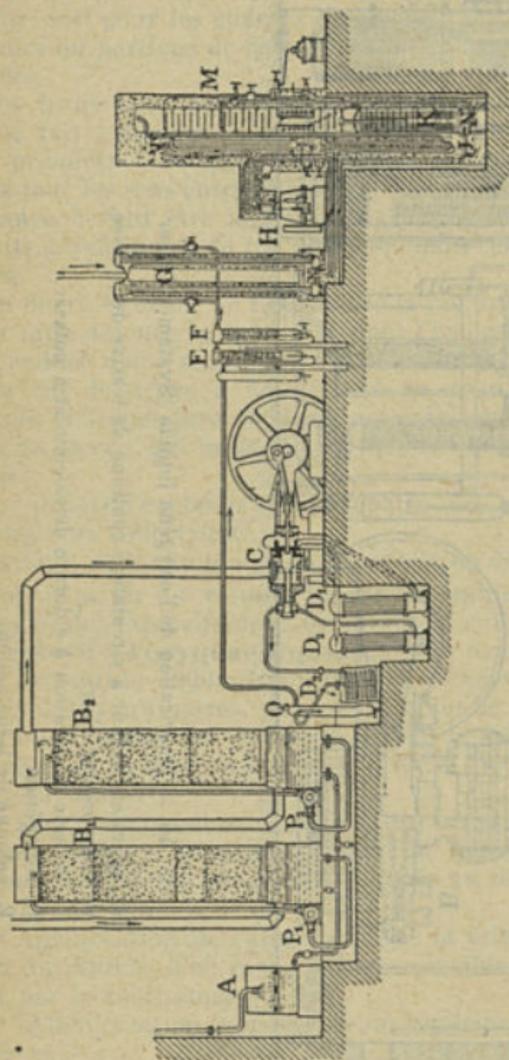


FIG. 47. — Fabrication de l'oxygène liquide (Appareil Claude).

A, mouilleur de soude.

B₁, B₂, tours à soude.

P₂, P₁, pompes centrifuges.

C, compresseur.

D₁, D₂, D₃, réfrigérants.

Q, bouteille de purge.

E, batterie de dessiccation (10 bouteilles en série de CaCl₂).

F, bouteille de filtration.

G, échangeurs de température.

H, détendeur (moteur à air comprimé)

I, J, liquéfacteurs.

N, colonne de rectification.

M, marmite.

K, vaporisateur.

L, serpentini liquéfacteur d'Az.

Ces deux parties ne sont mises en contact qu'au moment de l'emploi, ce qui constitue un gros avantage de sécurité sur les autres explosifs.

La déflagration est provoquée soit par allumage à la mèche brute, soit par une étincelle électrique.

COLONNE A AIR LIQUIDE (Disposition schématique).

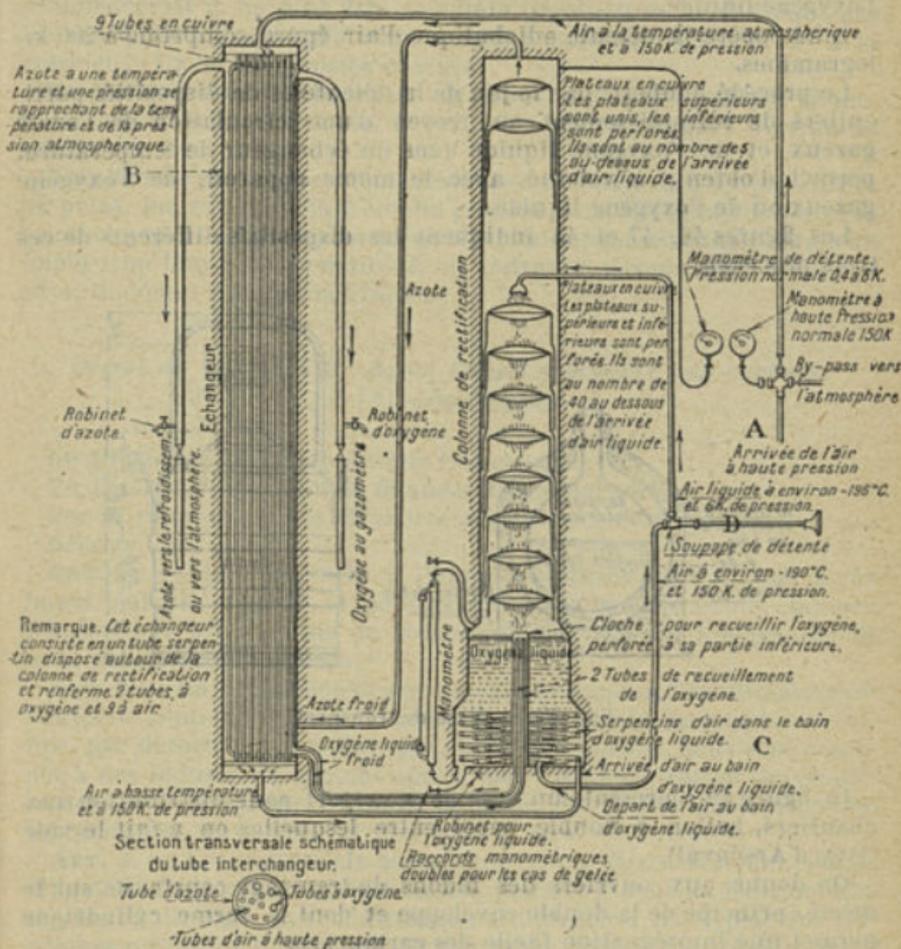


FIG. 48. — Fabrication de l'oxygène liquide (Procédé Jaubert).

L'oxygène liquide est produit par les trois principaux procédés : Georges Claude, Linde et Jaubert.

Georges Claude, après épuration, comprime l'air à quarante at-

mosphères, puis le détend en deux étages successifs avec travail extérieur, dans un véritable moteur compound, relié à une dynamo-frein destinée à récupérer l'énergie abandonnée par la détente. Après liquéfaction, l'air passe dans une colonne de rectification qui fournit de l'oxygène liquide.

Linde opère la détente adiabatique d'air épuré comprimé à 200 kilogrammes.

Le procédé Jaubert, par le jeu de la détente et de dispositifs particuliers de refroidissement au moyen d'une circulation de l'azote gazeux et de l'oxygène liquide dans un échangeur de température, permet d'obtenir à volonté, avec le même appareil, de l'oxygène gazeux ou de l'oxygène liquide.

Les figures 46, 47 et 48 indiquent les dispositifs différents de ces trois procédés.

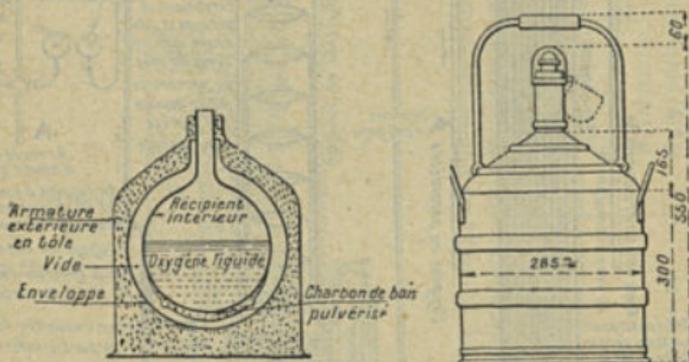


FIG. 49. — Vase de transport.

La figure 49 représente un vase de transport pour distribution aux chantiers, ballon à double paroi entre lesquelles on a fait le vide type d'Arsonval).

On donne aux ouvriers des bidons de trempage construits sur le même principe de la double enveloppe et dont la forme cylindrique permet une imprégnation facile des cartouches.

Les cartouches et leurs propriétés varient suivant les constituants, si bien que l'on peut obtenir toute la gamme des effets produits par les explosifs ordinaires. Leur explosion peut avoir lieu sous l'eau.

La durée d'imprégnation des cartouches doit être suffisante pour que la combustion soit complète et ne donne pas lieu à des dégagements d'oxyde de carbone: minimum, 10 minutes. On peut faire varier la durée de vitalité des cartouches, comptée entre le moment

où on les retire du récipient de trempage et celui où la combustion commencerait à ne plus être complète (production de CO) dans des limites suffisantes (jusqu'à vingt minutes) pour permettre le tir à la volée et le tir de très grosses charges.

Ne pas trop serrer le bourrage au début et ne pas employer de matière imperméable, de façon à éviter la projection hors du trou de mine.

L'emploi de cet explosif dans les mines de charbon n'est pas encore au point, mais il est déjà d'emploi général dans les mines de fer de la Lorraine, où il constitue un progrès technique incontestable. Mais un impôt trop lourd est de nature à en entraver l'expansion. Voici, en effet, le décret qui fixe cet impôt :

Décret du 12 avril 1921, fixant l'impôt applicable aux explosifs à l'oxygène liquide.

Le Président de la République française,

Vu l'article 13 de la loi de finances du 29 mars 1897 ;

Sur la proposition des Ministres des finances et de la guerre,

Décrète :

ART. 1^{er}. — Les explosifs à l'oxygène liquide sont soumis à un impôt calculé d'après le poids de la matière absorbante, savoir : 7 francs par kilogramme de charbon et 4 fr. 25 par kilogramme de bois, papier ou aluminium.

ART. 2. — La fabrication des cartouches destinées à être utilisées avec l'oxygène liquide est, en principe, effectuée par le monopole ; toutefois, par dérogation à cette règle, cette fabrication peut être concédée à des industriels dûment agréés par l'Administration des contributions indirectes, après avis du département de la guerre (direction des poudres).

ART. 3. — Les industriels autorisés devront faire accepter par le Ministère de la guerre (direction des poudres), dont la décision sera notifiée à la régie des contributions indirectes, les types des cartouches qu'ils ont l'intention de fabriquer. Chaque cartouche devra être revêtue d'une étiquette mentionnant, de façon distincte, le poids de charbon qu'elle contient et le poids des autres matières composantes, y compris le papier de l'enveloppe. Un signe distinctif très visible, apposé sur l'enveloppe extérieure (numéro ou lettre), permettra de se référer à la composition indiquée.

ART. 4. — Les cartouches de matière absorbante ne pourront être expédiées ou livrées à la consommation qu'après acquittement de l'impôt calculé comme il est dit à l'article 1^{er} et dont le paiement sera justifié par l'apposition de vignettes fournies par la régie.

ART. 5. — Dans le délai de huit jours, à partir de la mise en vigueur

du présent décret, les industriels fabriquant des cartouches destinées à être employées avec l'oxygène liquide seront tenus de faire au bureau de la régie le plus voisin de la fabrique, une déclaration indiquant les espèces et quantités de cartouches qu'ils auront en leur possession. Dans le même délai, ces industriels devront soumettre au Ministre de la guerre pour acceptation, conformément à l'article 3, les types de cartouches fabriqués par eux. Les nouveaux fabricants ne pourront commencer leurs opérations qu'après avoir obtenu l'autorisation prévue à l'article 2 et avoir fait agréer leurs types de cartouches, ainsi qu'il est dit à l'article 3.

ART. 6. — Les concessions accordées en vertu de l'article 2 seront subordonnées à l'engagement par les industriels de se soumettre à toutes les obligations que l'administration des contributions indirectes jugera utiles dans l'intérêt du Trésor, en ce qui concerne notamment le mode de surveillance appliqué aux usines, le remboursement des frais de surveillance, l'agencement des fabriques, la tenue des comptes de vignettes et de produits fabriqués, les indications à porter sur les vignettes, la façon dont ces vignettes devront être apposées, les formalités à remplir pour obtenir l'exonération de l'impôt sur les quantités de cartouches exportées.

ART. 7. — L'inobservation des obligations imposées aux industriels autorisés comportera le retrait de la concession accordée, sans préjudice des pénalités qui pourraient être encourues pour contravention aux lois et règlements qui régissent le monopole.

ART. 8. — Les ingénieurs des poudres, comme les agents des contributions indirectes, ont le droit de contrôler les opérations effectuées dans tous les ateliers préparant des cartouches.

Les industriels devront tenir à la disposition de ces fonctionnaires le registre d'entrée et de sortie dont la tenue est prévue par l'article 6.

ART. 9. — L'impôt fixé par l'article 1^{er}, qui est applicable à l'Algérie, entrera en vigueur au 1^{er} mai 1924.

SONDAGES

On distingue parmi les procédés ordinaires de sondage

- | | | | | |
|--|--|--|---------------------------------|------------------------------------|
| A) Sondage par battage (au trépan) | <table border="0"> <tr> <td>1^o Sondage à la tige avec curage</td> <td rowspan="2">} continu
discontinu.</td> </tr> <tr> <td>2^o Sondage à la corde.</td> </tr> </table> | 1 ^o Sondage à la tige avec curage | } continu
discontinu. | 2 ^o Sondage à la corde. |
| 1 ^o Sondage à la tige avec curage | } continu
discontinu. | | | |
| 2 ^o Sondage à la corde. | | | | |
| B) Sondage par rodage..... | <table border="0"> <tr> <td></td> <td rowspan="2">} au diamant
à la grenaille.</td> </tr> <tr> <td></td> </tr> </table> | | } au diamant
à la grenaille. | |
| | } au diamant
à la grenaille. | | | |
| | | | | |

Sondage par battage.

Dans les sondages par battage, au trépan, on trouve : 1° un attirail extérieur qui comprend le *levier de battage* mû à la *machine motrice* et un *chevalement-abri* combiné avec l'*appareil de levage et de manœuvre*; 2° la sonde proprement dite, qui se compose de : la *tête de sonde*, qui la relie au levier de battage; les *rallonges*, qui forment les tronçons dont l'ensemble forme la tige; le *joint* ou *coulisse*, qui assemble la tige au *trépan* ou aux appareils de *curage*.

La tête de sonde munie de l'*étrier* qui sert à la suspendre, est quelquefois à vis et index gradué servant à mesurer avec précision le degré d'approfondissement compté, pour les longueurs importantes, par nombre des rallonges.

La section des rallonges est généralement de forme carrée afin de permettre l'usage de la *clef de retenue* et du *tourne-à-gauche*. Elles sont en bois ou en fer. Leur mode d'assemblage est à vis ou à enfourchement.

La plupart des sondeurs emploient des tiges terminées à leurs deux extrémités par une vis; on les assemble alors par un manchon.

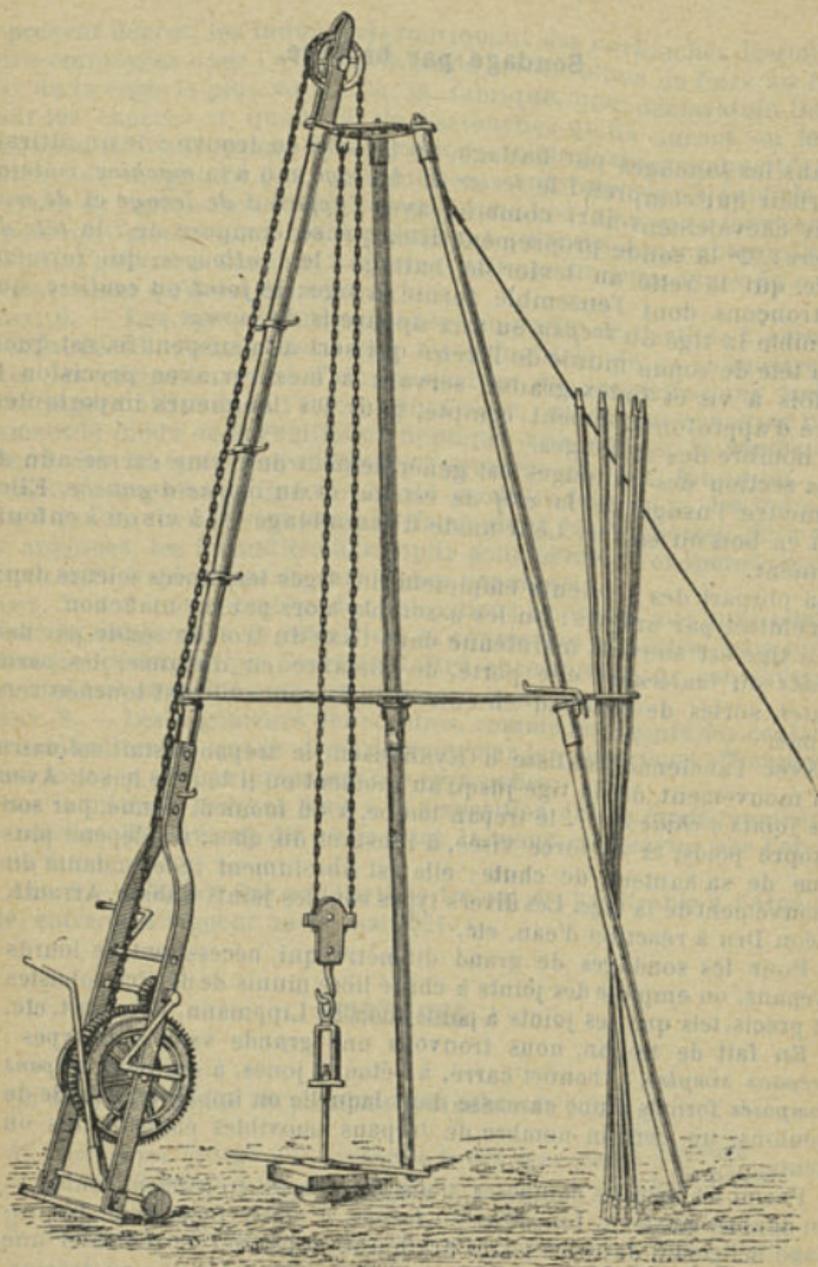
La tige est souvent maintenue dans l'axe du trou de sonde par des *guides* ou *lanternes*; elle porte, de distance en distance, des *parachutes*, sortes de chapeau en cuir dont la concavité est tournée vers le bas.

Avec l'ancienne coulisse d'Eynhausen, le trépan restait solidaire du mouvement de la tige jusqu'au moment où il touche le sol. Avec les *joints à chute libre*, le trépan tombe, à un moment donné, par son propre poids, et sa force visée, à l'instant du choc, ne dépend plus que de sa hauteur de chute; elle est absolument indépendante du mouvement de la tige. Les divers types sont les joints Fabien, Arrault, Léon Dru à réaction d'eau, etc.

Pour les sondages de grand diamètre qui nécessitent de lourds trépan, on emploie des joints à chute libre munis de déclics robustes et précis, tels que les joints à poids mort de Lippmann, d'Arrault, etc.

En fait de trépan, nous trouvons une grande variété de types : *trépan simple*, à bonnet carré, à téton, à joues, à oreilles; *trépan composé* formés d'une carcasse dans laquelle on implante, à l'aide de boulons, un certain nombre de trépan amovibles élémentaires ou dents.

Parmi les trépan composés, nous citerons les trépan en double Y, en double marteau. La *cuiller* ou *tarière à glaise* fonctionne par rodate hélicoïdal dans les terres argileuses et permet de remonter une *carotte* de limon. C'est avec cet instrument que nous avons pu dresser,



IRIS - LILLIAD - Université Lille
FIG. 50. — Appareil démontable, transportable à dos de mulet, utilisé par M. Roux-Brahic pour certains sondages à Panama, en Tunisie, etc.

en 1887, par courbes de niveau, le relief souterrain des amas interstratifiés de *sables phosphatés* dans la région de Beauval et de Puchevillers (Somme).

En général, le curage des sondages au trépan se fait avec la *cloche à soupape, à boulet ou à clapets*. Quand on veut retirer des *témoins* (échantillon du terrain traversé), on se sert du *découpeur*, de l'*emporte-pièce* d'Arrault auquel on adapte quelquefois une *boussole*, ce qui permet de relever l'orientation exacte du témoin. Cet appareil d'Arrault a servi de prototype aux nombreux *stratamètres* dont on fait couramment usage à présent dans les sondages par rodage qui sont les plus employés pour les recherches et études de gîtes miniers.

La manœuvre du battage se fait à l'aide du *levier de battage* appelé aussi *balancier* ou *bascule*. Ce levier est divisé par son pivot en deux bras inégaux, le plus petit supportant la sonde à laquelle il est attelé par une courte chaîne, le plus grand se mouvant, sous l'action d'un moteur, entre deux guides latéraux dressés bien verticalement ; sa course est comprise entre deux buttoirs ; le buttoir supérieur, muni ordinairement de ressorts, est destiné à amortir le choc, tandis que le buttoir inférieur est frappé dès que la sonde atteint le sol et ce choc provoque le déclenchement du joint à réaction et, par suite, la frappe énergétique du trépan.

Les nombreux sondages au trépan que nous avons dirigés en notre qualité de chef des dérochements du canal interocéanique de Panama et ceux que nous avons conduits autour des chotts tunisiens ont été effectués à l'aide du balancier combiné par Léon Dru.

Si le *tubage* des trous de sonde n'a pour but que de parer simplement jusqu'à l'achèvement du trou à toute chute des terres traversées, on se contente du *tubage simple*. Une fois le tube posé, on ne peut plus continuer le fonçage qu'avec un trépan de moindre diamètre. Si l'on veut avoir un revêtement étanche, on pratique le *tubage complet* avec coulage, parfois de ciment fluide, entre les différents tubes emboîtés. On adopte quelquefois le *tubage télescopique* et aussi le *tubage par colonnes perdues*. Ce dernier mode est le plus économique, car on se contente de colonnes isolées, ne se rejoignant pas, de diamètres nécessairement décroissants de haut en bas, tubes isolés qu'on ne loge qu'aux *passées* dangereuses ou aquifères.

Avant de tuber, il faut effectuer, à l'aide des *alésoirs*, un alésage du trou de sonde, afin de donner à la section sur toute la hauteur à tuber, une forme rigoureusement circulaire.

L'enfoncement d'une colonne de tube est une opération délicate que nous ne pouvons décrire ici dans tous les détails particuliers importants qu'elle comporte.

Les sondages sont sujets à une suite de maladies pour lesquelles on n'est point à court de remèdes, mais ils sont difficiles à appliquer et

nous devons recommander, en cas d'accident, de recourir toujours à un praticien très expérimenté.

Parmi les procédés de sondages par battage et à curage continu, nous citerons :

Le procédé Fauwelle, à tige creuse à injection d'eau, perfectionné par l'emploi de la coulisse de Fanck.

Le procédé Raky est caractérisé par une grande élasticité de tout l'appareil de battage. Il a le grand avantage de rendre possible la suppression de tout joint à chute libre et l'augmentation de la masse en produisant, à chaque frappe, un travail au moins égal et même supérieur, tout en dépensant moins de puissance pour le relevage de la sonde, et d'augmenter le nombre des coups frappés par minute grâce à l'accélération de la course ascendante et à la suppression du temps perdu pour le racrochage du trépan.

Dans le système Raky l'intermédiaire élastique est placé entre le balancier et son point de suspension; dans le système Vogt, il se trouve intercalé entre la bielle et le balancier, et dans le procédé *Haekenberg*, il n'y a plus de balancier du tout.

Ces divers systèmes ont permis de réaliser des vitesses d'avancement non atteintes auparavant.

Disons encore qu'un de leurs avantages consiste à pouvoir opérer alternativement par battage au trépan ou par rodage à la couronne de diamant.

Quelques systèmes récents d'appareils de sondage à *suspension funiculaire* de la tige de sonde ont été essayés avec succès. La tige creuse parcourue par le courant d'injection d'eau n'est plus suspendue à un balancier, mais accrochée à un câble de suspension qu'on déroule au fur et à mesure de l'approfondissement d'une longueur égale à celle d'une tige, et auquel on imprime le mouvement de battage. L'appareil de Fanck, dit *Le Rapide*, présente une grande élasticité et les manœuvres sont très simplifiées.

En substituant un câble à la tige rigide et tronçonnée, on a l'appareil chinois de *sondage à la corde*.

Cet antique appareil a reçu des perfectionnements importants concernant le mode d'assemblage du câble et de la vis d'allongement et surtout l'appareil de battage.

L'appareil de battage Mather et Platt, pour sondage à la corde, a ceci de particulièrement intéressant que le trépan, suspendu au câble par un système à encliquetage, reçoit automatiquement une rotation uniforme après chaque coup.

Sondage par rodage.

Le procédé de sondage au diamant convient pour des diamètres très petits (moins d'un décimètre), dans les roches dures à l'exclusion des poudingues, conglomérats et roches à nodules empâtés dans une masse tendre.

On opère avec un *bit plein* qui use la roche sur toute la surface du trou ou avec un *bit creux (couronne)* qui se visse quelquefois à l'extrémité du *tube carottier*, ce qui permet de détacher une carotte-échantillon ou témoin grâce à un ressort (lame d'acier) qui coince assez fortement le cylindre de roche pour que, par simple arrachement, on le brise à la base.

Les rallonges se vissent successivement à la rallonge précédemment enfoncée et au joint à rotule ou *touret*, muni d'un roulement à billes fixé lui-même à l'extrémité d'un tuyau flexible venant des pompes. Un robinet sur le touret gouverne l'entrée de l'eau dans l'intérieur de la sonde creuse.

L'action du rodage dépend de la pression du bit sur le fond du trou et il faut ménager cette pression d'une façon convenable.

Dans les sondes de l'« American Diamond Rock Drill Company » qui nous ont servi à forer de nombreux sondages d'études sur le parcours du canal de Panama, la progression se fait automatiquement par des trains d'engrenage particulièrement bien agencés.

La sondeuse de la « Sullivan Machinery Co » est portée par une suspension hydraulique, qui permet de disposer d'une force verticale de 20 à 40 tonnes.

Elle met à la disposition du sondeur le moyen de manœuvrer aisément des sondes très lourdes dépassant 1.500 mètres de tige en se servant de moteurs de 3 à 40 chevaux seulement.

Les sondeuses au diamant de la « Diamond Rock boring Co » sont équilibrées par un contrepoids d'équilibre. Elles sont plus encombrantes que les sondeuses à cylindre hydraulique.

En Allemagne, on emploie des sondeuses dont la tige est directement suspendue par son touret à un câble enroulé sur un treuil et équilibrées au moyen de contrepoids agissant sur le treuil. Ce moyen n'assure pas un équilibre bien constant de la sonde, car, d'après le dispositif de tout le système, on se rend compte que cet équilibre dépend non seulement du contrepoids, mais aussi de l'effort exercé par le sondeur sur les bras de manœuvre de la roue de réglage. Dans le dispositif dû à M. Lapp, la suspension de la sonde permet un équilibrage plus parfait.

Les appareils de sondage par rodage sont pourvus d'organes qui permettent de faire des sondages sous toutes les incidences et de forer même des trous horizontaux. Grâce à eux, on peut aisément délimiter un gîte en amas en le perforant de part en part dans autant de directions que l'on veut.

Avancement par minute. — Dans le :

Quartz.....	25 millimètres.
Granite.....	50 à 75 millimètres.
Dolomie.....	80 à 100 —
Grès compact.....	100 —
Grès moyen.....	112 —
Conglomérat dur.....	20 à 27 mètres par 24 heures.

Sondeuse à couronne Dawis. — On peut remplacer dans beaucoup de terrains la couronne à diamants par la couronne Dawis à dents d'acier déjetées alternativement au dehors et en dedans dans le but d'éviter les calages. La roche n'est plus rodée comme avec les diamants, elle est débitée en petits fragments par l'action combinée de la rotation et de la pression. A 150 mètres de profondeur, on peut obtenir des avancements de 60 à 75 mètres par minute dans un terrain moyennement dur.

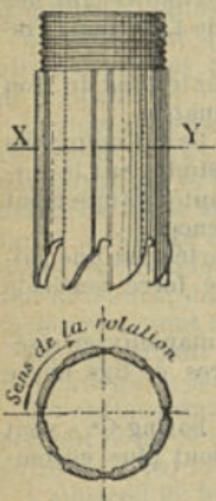


FIG 51.

Prix des couronnes à diamants

NOMBRE de diamants	POIDS en carats	PRIX en francs avant la guerre
6	6	1.200 à 1.500
8	12	2.400 à 3.000
8	16	3.200 à 4.000
8	20	4.000 à 5.000

Dans quelques cas on peut remplacer le diamant par le *carborundum* (carbure de silicium).

Un sondage devra généralement être exécuté :

Pour étudier un terrain dans son ensemble en recherches minières ;

Pour retrouver un système de couches connues dans une région, et soupçonnées au-dessous de terrains plus récents ;

Pour rechercher des couches aquifères (puits artésiens ou sources minérales) ;

Pour exploiter, par dissolution, des argiles salifères ou du sel gemme, ou des gîtes de pétrole ou de gaz ;

Pour établir des communications d'eau ou d'air dans les travaux de mines ;

Pour se donner l'axe d'un puits à approfondir sous stot ;

Pour explorer en galeries, en avancement ou sur les flancs ;

Pour l'écoulement des eaux lors du fonçage d'un puits, dans une galerie ou un puisard ;

Pour le fonçage des puits par congélation ou par cimentation.

Sondage à la grenaille d'acier. — *Principe de la méthode.* — La méthode de sondage à la grenaille d'acier consiste à découper, à travers tout le massif exploré, un cylindre de terrain (*témoin* ou *carotte*), ayant le plus ordinairement de 5 à 14 centimètres de diamètre, qui permettra de conserver une coupe géologique réelle, sur laquelle pourront être faites toutes les déterminations géologiques utiles (mesure de l'inclinaison des bancs aux divers étages, analyse chimique ou étude pétrographique des roches, etc.).

Le rodage du terrain, destiné à creuser la rainure qui limite latéralement la carotte, s'obtient par des grains d'acier (de diamètre variable, mais dont le plus habituel est de 2 millimètres) ; ces grains sont les agents de désagrégation comme les diamants dans un procédé plus ancien, avec cette différence toutefois que les diamants sont fixés au *bit* (extrémité) de l'appareil de sondage, tandis que la grenaille est amenée directement au fond du trou avec l'eau d'injection ; quant à la couronne d'acier C (fig. 52), elle présente à sa base une surface absolument lisse. La couronne est vissée à un tube T dans lequel se logera la carotte et qui est relié lui-même, par un manchon M, à la tige I. Cette tige se vissant à la tige de sonde proprement dite, la rotation de cette dernière détermine celle du tube carottier ; les grains d'acier, entraînés dans ce mouvement et pressés contre la roche par la couronne C, produisent le rodage qui découpe la carotte K. Ces grains s'usent progressivement et doivent être remplacés ; à cet effet, on introduit par intervalles, dans le courant d'eau, de petites quantités de

(Extrémité)

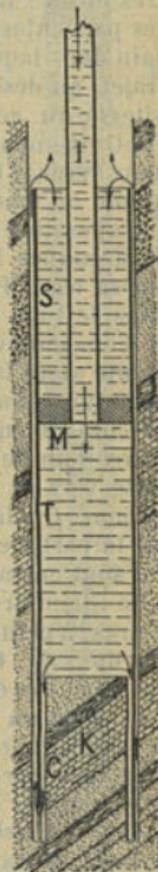


FIG. 52.
Sondage
à la grenaille.

grenaille neuve qui est ainsi emportée jusqu'au fond du sondage.

L'injection d'eau est directe; le courant descend par la tige (sous une pression de 1 à 2 kilogrammes) et remonte, par l'espace annulaire qui reste, soit entre le tube carottier et la paroi du trou de sonde, soit entre la tige et cette paroi. Dans la première partie, l'espace est très étroit; il en résulte un courant rapide qui entraîne facilement les particules rocheuses provenant de la couronne circulaire de terrain dans laquelle le carottier fait sa place. Dans la seconde partie du trajet, au-dessus du tube *t*, l'espace annulaire s'élargit beaucoup, la vitesse du courant diminue et devient insuffisante pour produire l'entraînement des particules désagrégées; celles-ci retombent alors dans l'espace tranquille *s* (tube à sédiments), d'où elles seront extraites quand on amènera le tube carottier au jour pour recueillir la carotte.

L'opération que nous avons envisagée jusqu'à présent a pour effet de découper latéralement un cylindre de roche qui est encore retenu par sa base. Pour le détacher complètement du massif et le maintenir dans le tube carottier pendant son ascension, on arrête la rotation et l'on soulève le tube pour qu'il ne repose plus sur le fond. On augmente alors la pression d'injection jusqu'à 5 à 6 kilogrammes et l'on introduit dans la tige de sonde de petits grains de quartz qui viennent se coincer entre la carotte et le tube carottier en les rendant solidaires l'un de l'autre. Si l'on vient à faire tourner le tube, le témoin se brise vers sa base et reste adhérent au tube carottier qu'on remonte au jour. On libère alors ce témoin en frappant à coups de marteau sur la partie extérieure du tube pour dégager les grains de quartz qui sont entraînés ensuite par un courant d'eau.

Le diamètre de la carotte obtenue est inférieur de 6 à 7 millimètres à celui que présente le tube intérieurement; le jeu du carottier dans le trou de sonde donne de même une différence de 6 à 7 millimètres entre le diamètre du trou et le diamètre extérieur du tube.

Il existe un certain nombre d'appareils très précis pour la mesure de la verticalité des sondages, entre autres le « téléclinographe », l'appareil Gebhardt, l'appareil de M. Oehman qui est uniformément employé dans le Rand, etc.

Appareil Gebhardt. — L'appareil Gebhardt se compose d'un enregistreur servant à déterminer l'amplitude et le sens de la déviation des sondages. Cet enregistreur est descendu dans le sondage à l'intérieur d'un tube protecteur qui porte à la partie supérieure et à la partie inférieure des roulettes guides. Ces roulettes, au bord tranchant, sont pressées par des ressorts contre le tubage, et servent ainsi à centrer l'appareil dans le trou de sondage et à empêcher sa rotation. Pour éviter cette rotation de l'appareil, on se sert en outre, pour le descendre dans le sondage, de tiges dont la forme et le mode d'assemblage sont tels qu'il ne peut y avoir torsion et que l'orientation de l'appareil reste toujours rigoureusement la même.

L'enregistreur comporte un pendule suspendu à la cardan, restant parfaitement vertical. Un mouvement d'horlogerie amène à des intervalles de temps réguliers et réglables ce pendule contre une bande de papier, dans laquelle s'imprime la pointe du pendule. En même temps s'impriment dans la bande de papier deux pointes dont la position par rapport à l'appareil est invariable. La position de la pointe du pendule par rapport aux deux pointes fixes détermine la déviation en amplitude et en direction à l'endroit où se trouve l'appareil. La bande de papier se déroule automatiquement.

Pour mesurer la déviation d'un sondage, on descend l'appareil dans le trou de sonde à la profondeur de 10 mètres, on attend alors que le mouvement d'horlogerie ait déclenché et donné un diagramme; on descend ensuite à 5 ou 10 millimètres plus bas et ainsi de suite, jusqu'au fond. On obtient une série de diagrammes indiquant tous les 5 ou 6 mètres la déviation du sondage; on admet que cette déviation reste constante sur la hauteur de 5 ou 10 mètres, on peut ainsi tracer la courbe de déviation de l'axe du sondage.

Appareil Oehman. — L'appareil de vérification dû à M. Oehman est, en principe, un petit appareil photographique fonctionnant électriquement.

L'instrument se compose (fig. 53) d'un tube d'acier en deux parties *a*, reliés par un manchon *o*. La moitié inférieure du tube contient une aiguille aimantée *b* et un plomb *c*, placés l'un et l'autre au-dessous de lampes électriques *e* et au-dessus de suspensions à la cardan *d*. Le tout est maintenu appuyé contre une tige centrale de cuivre isolé *f*, au moyen d'un ressort *g*.

Le bouchon *h* se visse à l'extrémité du tube. Les boîtes cylindriques contenant les lampes, l'aiguille, le plomb, portent sur le côté une petite rainure où pénètrent une série de vis placées le long d'une même génératrice du tube et faisant saillie à l'intérieur, de 2 millimètres environ. Ces vis servent de guide lors de la mise en place des boîtes et permettent le glissement.

La moitié supérieure contient une batterie sèche *k* et un mouvement d'horlogerie *j*.

Un ressort *l*, appuyant sur l'extrémité *m*, assure la rigidité de l'appareil.

Chacune des suspensions à la cardan *d* porte une feuille

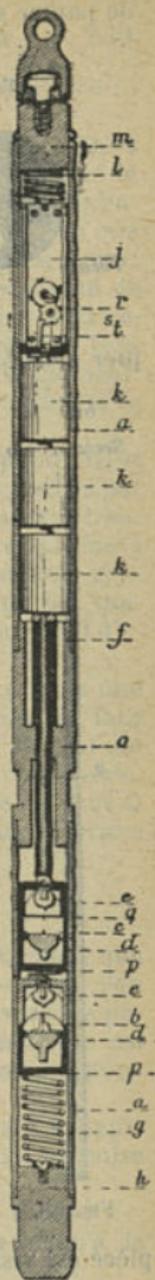


FIG. 53.

de papier sensibilisé maintenue par un ressort le long de la couronne,

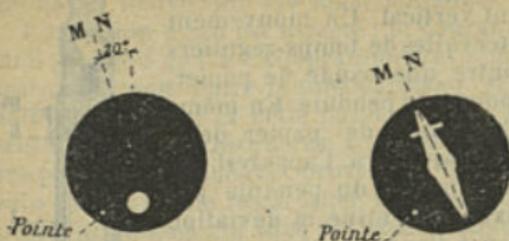


FIG. 54.

et traversée par une pointe d'aiguille (qui servira après développement à repérer sa position). Le plomb est formé par un fil de soie, suspendu au centre d'un mince disque de verre *g*, reposant sur une saillie de l'appareil. L'aiguille aimantée et le plomb sont presque au contact du papier

sensible. Le mouvement d'horlogerie porte une roue *r*, une canne *s*, qui, arrivant au contact d'un ressort *t*, ferme le circuit électrique, allumant les lampes, au-dessus du fil à plomb et de l'aiguille aimantée, et impressionnant les papiers sensibles.

Après développement, on met en place les papiers ; grâce au repère de la pointe d'aiguille, on connaît l'inclinaison et la déviation. Sur la figure 54, deux photographies indiquent une inclinaison de 25° et une déviation de 20° à l'est.

M. Welldon's a imaginé à Johannesburg une méthode

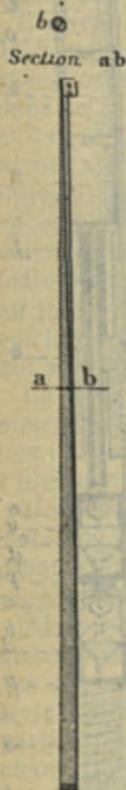


FIG. 58.

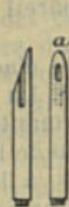


FIG. 55.

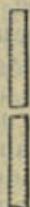


FIG. 56.



FIG. 57.

pour redresser ou pour bifurquer dans une direction quelconque un sondage en employant trois engins ; un *coin-pilote* (fig. 55), un *coin-guide* (fig. 56) et un *coin-déviant* (fig. 59).

Prenons le cas d'un sondage de diamètre 0,053. Le coin-pilote (fig. 55) aura : diamètre 0,05, longueur totale 0,45, hauteur de la partie biseautée 0,15. L'extrémité opposée à la face biseautée porte un tenon fileté de 0,037 de diamètre. A la partie supérieure de la face biseautée, on fait une encoche *a* qui servira de repère. Cette pièce est vissée à une tige creuse, longue de 1 mètre (fig. 54), qui est

elle-même dentelée à l'extrémité opposée à celle où se visse le coin-pilote.

Le sondage est alors rempli d'eau, et les deux pièces assemblées sont descendues la face biseautée en haut. Elles reposeront sur le fond s'il s'agit de redresser un sondage ou, si l'on veut une bifurcation, on battra quelques coups à la hauteur désirée, jusqu'à ce que l'appareil se trouve supporté solidement par une saillie de la paroi. Pour connaître le sens de la déviation, on se sert d'une variante de l'appareil étudié plus haut (*fig. 53*). Le bouchon *h* porte à son extrémité une feuille de plomb. En descendant l'appareil, l'arête et l'encoche *a* du coin-pilote s'impriment dans le plomb; si, à ce moment, on photographie la position de l'aiguille aimantée, on peut calculer la position du coin.

Le coin-guide (*fig. 56*) est la contre-partie exacte du coin-pilote. Il est vissé à l'extrémité du coin-déviant (*fig. 57*). Cette pièce est formée par une solide barre de 0,05 de diamètre et de 2^m,30 de longueur environ. Une extrémité est fixée pour recevoir le coin-guide. L'autre extrémité est percée avec une mèche de 0,044 de diamètre, laissant une couronne de 0,003 d'épaisseur. La mèche, disposée obliquement par rapport à l'axe de la barre, taille un coin à face concave ayant 0,003 d'épaisseur au début, et 0,05 à la fin. Voir la section *ab* (*fig. 58*).

On visse le coin-déviant sur le coin-guide, et on le fixe dans une position telle que la direction du coin-pilote étant connue, la face déviante soit orientée comme on le désire. On descend le tout de telle façon que le coin-guide s'applique exactement sur le coin-pilote. On descend alors une couronne du type C, fixée à des tiges du type C (diamètre 0,041). Quand on recommence le sondage, la face concave du coin-déviant pousse la couronne dans la paroi.

Puits à pétrole.

L'exploitation du pétrole ne se fait plus autrement aujourd'hui que par sondages, sauf aux mines alsaciennes de Pechelbronn où l'on exploite, par puits et galeries, le pétrole qui suinte à travers les parois de celles-ci. Le rendement par cette ingénieuse méthode est même plus élevé. M. Roux-Brahic se propose d'en faire une nouvelle application à Saint-Boés, près d'Orthez.

On s'attache à éviter que les eaux d'infiltration ne puissent envahir le trou de sonde de manière à ce que la colonne des pompes ne puise que dans le pétrole.

On procède par tubage multiple formé de trois séries de tubes :

1° Tubes de 0^m,20 enfoncés à travers les morts-terrains jusqu'à la roche solide (*drive-pipe*);

2° Tubes de 0^m,14 en fer vissés et non rivés les uns aux autres, ce qui rend les joints parfaitement étanches. On prolonge ce second tu-

bage bien au-dessous du drive-pipe jusqu'à ce qu'on ait traversé tous les niveaux aquifères. On bouche hermétiquement l'intervalle entre la partie inférieure de ce tubage et les parois. Pour cela on dispose à l'extérieur du dernier tube, en dessous du dernier niveau aquifère, soit une garniture en cuir embouti ou en caoutchouc (*water-packer* ou *sabnik*), soit un bourrage de ciment ou d'argile, soit un tore en toile rempli de graine de lin (*seed-bag*) qui se gonfle dans l'eau.

Le sondage est continué au trépan du plus petit diamètre jusqu'au niveau pétrolifère. Ce niveau, une fois atteint, on introduit le troisième tubage (*tubing*) formé de :

3^e Tubes de 0^m,05 formant la conduite d'aspiration de la pompe à pétrole dont nous donnons le dessin (*fig. 59*) et qu'on descend dans le tubing avec le tuyau de refoulement et la tige de manœuvre actionnée à l'aide du balancier qui a servi au sondage.

Quand le débit diminue sensiblement, on réussit quelquefois à le ranimer en faisant éclater au fond une forte charge de dynamite ou nitroglycérine introduite dans des *torpilles* cylindriques en fer-blanc ou en étain, de 3 mètres de hauteur et 7 à 9 centimètres de diamètre, renfermant environ 25 kilogrammes du liquide explosif. Souvent on superpose cinq ou six de ces torpilles (125 à 150 kilogrammes de nitroglycérine) qui explosent simultanément sous le bourrage constitué par l'eau introduite dans le trou de sonde.

A Bakou, quand le puits généralement jaillissant ne rend plus par le chapeau de tôle (*kalpak*) dont on revêt le sommet du tubage pour maîtriser le jet, on extrait le pétrole à l'aide d'un long cylindre en tôle (*jelouka*) qui est fermé à sa partie inférieure par un clapet; descendu dans le puits, ce cylindre se remplit de 120 à 160 kilogrammes de liquide que l'on ramène au jour en sortant la *jelouka*.

En Galicie et en Roumanie, on a recours pour les forages au *système canadien*. A cause de la nature souvent ébouleuse des couches à traverser, on a substitué des tiges de bois au câble.

Le battage se fait à l'aide d'une chaîne qui s'enroule sur l'extrémité du levier et se trouve retenue par un treuil à cliquet installé sur ce dernier.

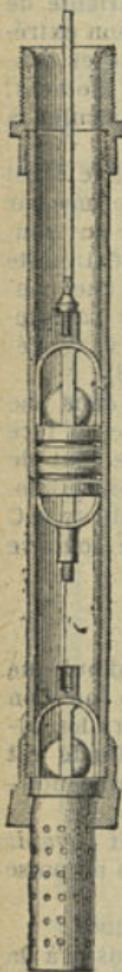


FIG. 59.

Lois et règlements concernant les recherches de pétrole en France.

ART. 1^{er}. — Il est institué auprès de la direction des essences et pétroles du ministère du commerce et de l'industrie un comité scientifique. Ce comité est consultatif.

ART. 2. — Le comité est chargé, sur la demande du ministre du commerce et de l'industrie, d'examiner tous les travaux et procédés relatifs à l'augmentation des ressources nationales en hydrocarbures liquides de toutes natures ou leurs succédanés.

De donner son avis motivé sur la valeur scientifique des procédés proposés, leurs possibilités d'applications pratiques et l'intérêt qu'ils présentent pour la production nationale.

De coordonner et orienter éventuellement les recherches et initiatives privées, en vue d'éviter la dispersion des efforts.

De formuler des propositions motivées touchant l'encouragement éventuel, par le moyen de subventions et de primes, des recherches intéressant la défense nationale ou relatives à la découverte des hydrocarbures naturels ou tous produits de remplacement.

ART. 3. — Le comité scientifique pourra constituer des sections spécialisées chacune dans un domaine technique déterminé et comprenant les collaborateurs spécialement qualifiés qu'il jugera utile de s'adjoindre.

ART. 4. — Le comité scientifique comprend vingt et un membres, non compris le président, désignés par le ministre du commerce et de l'industrie, dont :

12 membres de l'académie des sciences, choisis dans les sections de chimie, de physique générale, de minéralogie, d'économie rurale et d'applications de la science à l'industrie.

1 jurisconsulte spécialiste des questions de propriété industrielle.
1 représentant des services du secrétariat général du conseil supérieur de la défense nationale.

1 représentant du ministre de la guerre.

1 représentant du ministre de la marine.

Le directeur des mines au ministère des travaux publics.

Le directeur des laboratoires du ministère des finances.

Le directeur de l'office des recherches scientifiques et des inventions.

Le directeur des essences et pétroles.

L'ingénieur chef des services techniques de la direction des essences et pétroles.

Le ministre du commerce et de l'industrie désigne en outre le président du comité scientifique.

ART. 5. — L'ingénieur chef des services techniques de la direction des essences et pétroles est secrétaire du comité.

Il est assisté de deux secrétaires adjoints n'ayant pas voix délibérative.

Président du comité scientifique :

M. Paul Sabatier, doyen de la faculté des sciences de Toulouse, membre de l'académie des sciences.

Membres du comité scientifique :

MM. Barrois, Aug. Behal, G. Bertrand, G. Charpy, Daniel Berthelot, Haller, Le Chatelier, Lindet, Moureu, Termier, G. Urbain, P. Viala, membres de l'académie des sciences.

M. Taillefer, docteur en droit, avocat à la cour d'appel.

Secrétaires adjoints du comité scientifique :

MM. Brunschweig, ingénieur au corps des mines.

Jean Gérard, secrétaire général de la société de chimie industrielle.

Décret portant règlement d'administration publique pour l'instruction des demandes en octroi des permis exclusifs de recherches de pétrole et de gaz combustibles.

ART. 1^{er}. — L'instruction des demandes en octroi de permis exclusif de recherches de pétrole et de gaz combustibles est réglementée par les dispositions suivantes :

ART. 2. — L'instruction est adressée sur papier timbré au préfet du département.

Elle indique : 1^o Les noms, prénoms, qualités, nationalité et domicile du demandeur et si la demande est faite au nom d'une société, le siège social de celle-ci et les noms, prénoms, qualité et nationalité des personnes ci-après : président et membres du conseil d'administration, administrateurs-délégués et commissaires des comptes pour les sociétés anonymes; gérants et membres du conseil de surveillance pour les sociétés en commandite par actions; tous associés pour les sociétés en nom collectif; directeurs ayant la signature sociale pour toutes sociétés;

2^o Les limites précises et l'étendue du périmètre sollicité ainsi que les communes sur lesquelles il porte;

3° Les concessions d'hydrocarbures de toute nature que le demandeur détient déjà à titre de concessionnaire ou d'amodiatraire en spécifiant, s'il y a lieu, celles qui sont comprises en tout ou en partie dans le périmètre sollicité;

4° Les permis exclusifs de recherches dont il a déjà obtenu l'octroi.

ART. 3. — A la demande sont annexées les pièces suivantes :

1° Un extrait de la carte au 1/80.000^e de la région où le permis est sollicité;

2° Un plan du périmètre sollicité produit en triple exemplaire, établi dans de bonnes conditions de solidité, dressé à l'échelle de dix millimètres par cent mètres et orienté à la manière des cartes géographiques, c'est-à-dire le nord vrai au haut de la feuille et la ligne méridienne parallèle à l'un des côtés latéraux, ce plan devant indiquer d'une manière très nette les sommets du périmètre sollicité, ses limites, les points géographiques qui servent à les définir, les limites des communes sur lesquelles s'étend ce périmètre, et, le cas échéant, les limites des concessions de mines de toute nature comprises dans le périmètre;

3° Tous documents de nature à justifier de l'aptitude du demandeur au point de vue technique et financier à entreprendre et à conduire les travaux de recherches ainsi que des moyens dont il dispose pour satisfaire aux redevances et taxes prévues par les articles 2 et 3 de la loi du 16 décembre 1922;

4° Si la demande est faite au nom d'une société, un exemplaire certifié des statuts, une expédition de l'acte de constitution de la société ainsi que les pouvoirs de la personne qui introduit la demande.

Toutefois, si le demandeur est propriétaire d'une concession de mines d'hydrocarbures autres que le pétrole et les gaz combustibles englobant entièrement le périmètre sollicité, il n'a pas à fournir les documents indiqués au paragraphe 3° ci-dessus.

ART. 4. — Le préfet enregistre la demande en octroi de permis sur le registre spécial prévu à l'article 4 du décret du 31 août 1920 sur l'instruction des demandes en concession de mines et en donne récépissé au requérant : il la transmet avec les pièces jointes à l'ingénieur en chef des mines. Celui-ci vérifie si la demande satisfait aux prescriptions des trois articles précédents et si, en conséquence, elle est régulière en la forme ; il la fait rectifier ou compléter le cas échéant. Il la retourne ensuite au préfet avec ses propositions motivées pour la mise à l'enquête prévue à l'article 5.

Si l'ingénieur en chef estime que la demande, tout en étant régulière en la forme, n'est pas recevable comme portant sur des terrains compris dans le périmètre d'une mine déjà concédée de pétrole ou gaz combustibles ou d'un permis exclusif déjà octroyé, il

en est référé au ministre des travaux publics, qui décide s'il y a lieu de mettre la demande à l'enquête.

ART. 5. — La demande en octroi de permis exclusif est soumise à une enquête d'une durée d'un mois. Par les soins du préfet un avis au public, faisant connaître la demande et l'ouverture de l'enquête, est affiché pendant toute la durée de cette dernière au chef-lieu du département, à celui de l'arrondissement et dans toutes les communes sur lesquelles porte le périmètre sollicité ainsi qu'au lieu du domicile du demandeur.

Il est en outre, pendant la même durée, inséré une fois dans un journal du département et au *Journal Officiel*.

Pendant la durée de l'enquête, la demande et ses annexes restent déposées à la préfecture, où le public peut en prendre connaissance.

Il est justifié de l'affichage de l'avis au public dans chaque commune par un certificat signé du maire et de l'insertion de cet avis dans les journaux par la reproduction d'exemplaires de ceux-ci.

Les frais d'affiches et d'insertion dans les journaux sont à la charge du demandeur.

ART. 6. — Lorsque l'enquête est close, le préfet communique le dossier à l'ingénieur en chef des mines. Celui-ci fait procéder à la vérification des plans et à l'établissement, par les soins de l'ingénieur ordinaire des mines, d'un rapport sur la demande. Il retournera ensuite le dossier en y joignant son avis au préfet qui le transmet, avec son propre avis, au ministre des travaux publics.

ART. 7. — Les demandes en concurrence ne peuvent être introduites que dans les formes prescrites par les articles 2 et 3 du présent décret et elles sont soumises à l'enquête et à l'instruction prévues par les articles 4 et 5.

Les oppositions qui se produisent avant la clôture de l'enquête sont notifiées par acte extrajudiciaire au préfet qui les fait enregistrer sur le registre spécial visé à l'article 4 et les verse au dossier de l'enquête. Sont également jointes à ce dossier les notifications des demandes en concurrence.

Après la clôture de l'enquête et pendant un délai de trois mois, les oppositions peuvent être encore formées devant le ministre des travaux publics à qui elles sont notifiées par acte extrajudiciaire. Pendant le même délai les demandes en concurrence peuvent également être encore introduites devant le préfet dans les formes ci-dessus spécifiées.

Passé ce délai, il n'est plus reçu ni opposition ni demande en concurrence.

Toutefois, les demandes en concurrence présentées par les propriétaires de concessions d'hydrocarbures autres que le pétrole et les gaz combustibles, déjà instituées dans l'étendue du périmètre

sollicité, sont recevables dans un délai de six mois après la clôture de l'enquête.

Toutes les oppositions et demandes en concurrence sont notifiées par leurs auteurs aux parties intéressées. Cette notification a lieu par voie d'acte extrajudiciaire.

ART. 8. — Si la demande en octroi de permis exclusif porte sur plusieurs départements, elle est adressée, avec toutes les pièces énumérées à l'article 3 du présent décret au préfet du département dans lequel le demandeur compte établir le siège principal de ses recherches. Le demandeur soumet aux autres préfets une copie de sa demande et le double des plans et extrait de carte indiqués sous les numéros 1 et 2 de ladite énumération. Les préfets des départements intéressés, après avoir entendu les ingénieurs en chef, se concertent pour prescrire l'ouverture de l'enquête dans leurs départements respectifs.

Après la clôture de l'enquête, il est procédé par chacun d'eux comme il est dit à l'article 6 ci-dessus.

ART. 9. — Il est statué sur la demande, par décret, le conseil général des mines entendu, dans un délai de six mois à dater de la clôture de l'enquête, s'il n'a été formé aucune demande en concurrence, et dans un délai de dix mois, s'il a été présenté une ou plusieurs demandes concurrentes ou si le périmètre sollicité porte sur celui d'une concession déjà existante d'hydrocarbures autres que le pétrole ou les gaz combustibles pouvant donner lieu à une demande concurrente dans les conditions prévues par l'avant-dernier alinéa de l'article 107 de la loi du 21 avril 1810, 27 juillet 1880, modifiée par la loi du 16 décembre 1922.

ART. 10. — Le décret octroyant un permis exclusif de recherches est publié au *Journal Officiel*. Il est en outre affiché, par les soins du préfet, dans chacune des communes sur lesquelles porte le permis. Les frais de cet affichage sont à la charge du titulaire du permis.

L'original du décret est conservé aux archives du ministère des travaux publics. Une expédition en est déposée à la direction des mines et des ampliations adressées au préfet et à l'ingénieur en chef des mines.

Une des expéditions du plan est conservée avec l'originalité du décret aux archives du ministère des travaux publics, la seconde déposée à la direction des mines et la troisième adressée au préfet pour les archives de la préfecture.

ART. 11. — Le titulaire du permis exclusif de recherches peut en demander la promulgation pour un laps de temps n'excédant pas une année.

La demande est adressée sur papier timbré, au moins trois mois avant l'expiration du permis au préfet du département ou, le cas

échéant, à chacun des préfets des départements intéressés. Il en est délivré récépissé.

A la demande est annexé un mémoire exposant les travaux de recherches effectués ainsi que leurs résultats.

La demande est communiquée par le préfet à l'ingénieur en chef des mines qui fait procéder à l'établissement d'un rapport par les soins de l'ingénieur ordinaire des mines. Le dossier, complété par l'avis de l'ingénieur en chef et celui du préfet, est transmis au ministre des travaux publics.

Le ministre des travaux publics statue sur la demande en prolongation, le Conseil général des Mines entendu, par voie d'arrêté publié, par extrait, au *Journal officiel*.

Si cet arrêté n'est pas intervenu à la date d'expiration du permis, celui-ci est provisoirement prolongé jusqu'à la publication dudit arrêté.

L'arrêté accordant la prolongation du permis est affiché aux frais du titulaire dans les conditions prévues à l'article 10 ci-dessus.

FONÇAGE DES PUIITS

La traversée des terrains aquifères, la plus grosse difficulté du fonçage des puits, s'est opérée d'abord par le procédé *Kind et Chaudron*.

Le procédé *Poetsch* est apparu en 1891. Beaucoup moins onéreuse que le fonçage à niveau plein, la *congélation* s'est rapidement répandue, si bien que, dans le Pas-de-Calais, plus de vingt fosses ont été foncées par ce moyen.

Avec le procédé *Portier* appliqué en 1904 à la fosse n° 11 des mines de Béthune, s'est introduite en France la méthode de *cimentation*.

Pour les terrains sableux et bouillants qui se rencontrent au voisinage de la surface, le fonçage par *caisson à air comprimé* paraît tout à fait indiqué.

La traversée des terrains aquifères peut donc se faire des différentes manières suivantes :

1° A niveau vide, ou par avaleresse, c'est-à-dire en épuisant les eaux, au fur et à mesure de leur venue, à l'aide de pompes. Quand on atteint une couche plus solide et moins aquifère, on pose dans ce banc un cadre spécial ou *trousse picotée* destinée à former une ceinture étanche que l'eau ne puisse franchir en filtrant entre elle et la roche. On élève ensuite sur cette base un cuvelage que l'on raccorde avec la face inférieure de la trousse précédente posée au niveau supérieur.

2° *Procédé de la trousse coupante*. — Dans ce procédé, le cuvelage

se construit au-dessus du sol par anneaux successifs et on détermine son enfoncement progressif dans les terrains. On munit la couronne inférieure d'un sabot tranchant qui coupe le terrain en le refoulant à l'intérieur du cuvelage.

L'enfoncement se fait grâce au poids du cuvelage, sur lequel on peut, d'ailleurs exercer une pression à la surface du sol.

3° *Procédé à l'air comprimé ou procédé Triger.* — On adjoint ici à la trousse coupante l'emploi de l'air comprimé. Le puits, préalablement fermé à la partie supérieure, se trouve ainsi débarrassé des eaux qu'on maintient basses par l'air comprimé à une pression suffisante.

4° *Procédé à niveau plein ou procédé Kind-Chaudron.* — On creuse le puits à la manière d'un sondage qu'on tube extérieurement pour ne le vider que lorsqu'il est pourvu de son revêtement étanche. Le cuvelage s'accroît à son sommet par l'adjonction de viroles successives. Il est soutenu par six tringles de suspension supportées par une charpente au-dessus et qu'on peut faire descendre d'une hauteur égale à la longueur d'une virole. Le cuvelage est formé par une cuvette à sa partie inférieure ; il peut ainsi flotter sur l'eau et, par conséquent, le poids qu'ont à supporter les tringles et la charpente est très réduit. Pour déterminer l'enfoncement de ce cuvelage, on le lesté d'eau grâce au *tube d'équilibre*. La cuvette inférieure est évidée à son centre, sur lequel s'élève un tube (tube d'équilibre). Pour admettre l'eau servant de lest dans la partie annulaire et en quantité convenable, on se sert de robinets placés le long du tube d'équilibre.

Procédé Poetsch. — Ce procédé consiste à congeler les terrains que l'on doit traverser pour les rendre solides et imperméables. On enfonce des tubes congélateurs sur une circonférence extérieure au puits projeté et à un mètre de cette dernière. Ces tubes sont posés par deux lignes concentriques. A l'intérieur de ces dernières on fait circuler un liquide incongelable maintenu à une très basse température. Ce liquide descend par les tuyaux intérieurs pour remonter par les tuyaux extérieurs.

On entreprend, en général, le fonçage proprement dit quand la muraille de glace atteint 1 mètre ou 1^m,50 à la partie supérieure des terrains aquifères.

Le procédé Poetsch peut être employé, en général, pour tous les terrains aquifères.

Il a l'avantage d'éviter le soutènement immédiat et de rendre possible les différents modes de revêtement.

Le prix de revient est modéré.

Cuvelage en ciment. — On a commencé, dans ces derniers temps, à appliquer une méthode nouvelle pour le passage, à niveau vide, des terrains aquifères. Cette méthode, dite procédé au ciment, consiste à remplacer la congélation par l'injection de ciment dans les terrains aquifères.

Revêtement étanche. — Cuvelage. — Matière à employer. — Le revêtement du puits dans les terrains aquifères pourra être fait en maçonnerie, en bois ou en fonte.

Le *cuvelage en maçonnerie* ne devra être employé que lorsque les eaux sont peu abondantes et sans pression : avec une matière complètement rigide comme la maçonnerie, on doit craindre, en effet, la production de fissures étendues, d'une réparation impossible sous de fortes charges.

Le *cuvelage en bois* devra être préféré toutes les fois qu'on pourra se procurer des pièces de bois d'une qualité et d'un équarrissage convenables, parce que le bois se prêtant, par son élasticité, à de petites flexions de la colonne du puits, les réparations se feront facilement en *recalfant* les joints ou à l'aide de quelques *picotages à faces*.

Le *cuvelage en fonte* devra être accepté toutes les fois que le grand diamètre du puits et la pression de l'eau rendraient inapplicable le cuvelage en bois ; il sera, d'ailleurs, seul possible dans les fonçages à niveau plein. Des précautions particulières devront être prises ultérieurement dans l'exploitation pour éviter tout mouvement de terrain, ces mouvements pouvant, malgré l'élasticité que les joints peuvent donner aux cuvélages en fonte, produire des ruptures locales assez difficiles, mais non impossibles à réparer à l'aide de pièces rapportées fixées par des boulons taraudés.

Calcul des cuvélages. — L'épaisseur à donner aux cuvélages croît avec la hauteur d'eau qu'ils ont à supporter et le diamètre des puits.

Cette épaisseur est habituellement établie par comparaison avec des cuvélages existants : mais il sera bon de vérifier au moyen des formules suivantes si cette épaisseur expérimentale dépasse suffisamment le minimum théorique nécessaire.

La formule à employer pour trouver l'épaisseur à donner à un cuvelage est :

Pour les *cuvélages en bois* :

$$E = \frac{HR}{4.200}$$

et pour les *cuvélages annulaires en fonte*, usités dans les fonçages *Kind-Chaudron* :

$$E = \frac{HR}{20.000}$$

Pour plus de sûreté, M. Chaudron prend toujours dans ses cuvélages :

$$E = \frac{HR}{500} + 0^m,020.$$

Dans ces formules :

H exprime, en mètres, la hauteur d'eau qui pèse extérieurement sur le cuvelage

R = le rayon en mètres du cercle inscrit aux côtés extérieurs du polygone.

Frais de cuvelage. — Les *frais de cuvelage* se composent de deux parties bien distinctes :

Les *frais de pose*, qui varient avec les conditions dans lesquelles se fait cette pose, et le *prix du cuvelage*, qui varie :

Pour le *chêne*, de 150 à 300 francs le mètre cube, suivant les dimensions demandées pour les pièces de cuvelage ;

Pour la *fonte*, de 200 à 250 francs la tonne, suivant la forme des pièces et le soin avec lequel elles doivent être travaillées.

Fouage des puits. — Exécution du travail. — Le fouage des puits en terrains inconsistants et aquifères était, il y a quelques années encore, une des opérations les plus délicates et les plus exposées aux aléas qui se posaient dans la pratique de l'art ; mais, grâce aux procédés de congélation d'abord et de cimentage ensuite, on peut dire que ces aléas ont complètement disparu.

Cette question est d'autant plus importante que dans toutes les houillères, par un groupement habile des moyens d'action, on a, depuis trente-cinq ans, réalisé des progrès considérables dans le fouage de ces organes capitaux que sont les grands puits modernes d'extraction.

Un premier progrès (1875) consistait dans le creusement des puits doubles ou jumeaux de Liévin et Bruay, qui, tout en servant l'un et l'autre à l'extraction, permettaient un aérage bien supérieur aux anciens goyots. Le nombre de ceux-ci avait déjà considérablement diminué avant la catastrophe de Courrières, et, depuis 1912, les derniers ont disparu.

L'augmentation de la puissance des puits est due à la fois à une meilleure connaissance des possibilités du gisement et à l'élévation de plus en plus grande des dépenses de premier établissement qu'ils nécessitent avec l'approfondissement des travaux, la création de centres ouvriers, l'établissement des voies ferrées, etc. Elle a comme limites l'élévation du prix de revient du fond, par suite de l'étendue plus grande des travaux et la durée d'amortissement des installations qui dépend de la richesse du gisement. Alors que dans la partie riche et peu profonde, on assigne à chaque puits une étendue de quelque 1.500 mètres de côté, il faut compter 2 kilomètres environ pour les gisements deux fois plus pauvres du bassin du Nord et jusqu'à 2^{km}.500 pour les gisements profonds de la Campine.

Le *diamètre* du puits est déterminé à la fois par les nécessités de l'aérage et de l'extraction. Il croît nécessairement avec la profondeur. Il n'est pas superflu de rappeler les si intéressants résultats obtenus à cet égard aux mines de Liévin et dont M. Morin a apporté le compte rendu à la Société de l'Industrie minière en 1904. Le diamètre du puits était généralement de 4 mètres vers 1875 ; cependant,

à la fosse n° 5 de Lens, ouverte en 1877, il atteignait près de 5 mètres, diamètre d'ailleurs suffisant pour les cages à quatre berlines par étage.

Il faut arriver au puits 1 *ter* des mines de Liévin et aux autres puits profonds les plus récents pour trouver des diamètres de 6 mètres, qui sont alors rendus nécessaires pour diminuer la résistance de l'air.

Alors que la plupart des sièges importants actuels font l'extraction par les deux puits, dont un de retour d'air, la tendance est, dans certaines Compagnies comme Lens et Béthune, d'établir des *puits d'aé-
rage* spéciaux pour assurer l'aéragé diagonal. Cette solution, favorable à la circulation de l'air, s'accommode admirablement de la transmission de l'énergie par l'électricité ; d'autres Compagnies préfèrent concentrer tous les services en un même point et arrivent, pour assurer un bon aéragé avec une extraction très intensive, à la solution de puits *ter*. Les sièges triples datent du début de 1903 avec le siège n° 1 de Liévin, ils se sont répandus à cette Compagnie et à Bruay.

Le passage du *niveau aquifère* de la craie est la grosse difficulté du fonçage de certains puits. On commençait seulement à pouvoir l'entreprendre avec sécurité par le procédé *Kind et Chaudron*, qui fut employé pour la première fois en 1874 à la fosse 3 de Liévin. Une douzaine de fosses ont été foncées de cette manière jusqu'en 1899.

Dès 1891 avait apparu le procédé Poetsch, employé pour le fonçage de la fosse 10 de Lens. Beaucoup moins onéreuse que le fonçage à niveau plein, la congélation se répandit rapidement, elle fut employée par mesure préventive pour un grand nombre de fosses que l'on aurait sans doute pu faire à niveau vide. Une trentaine de fosses furent foncées de la sorte, et l'on continue d'en user à l'heure actuelle dans un certain nombre de Compagnies.

Avec le procédé *Portier*, appliqué en 1904 à la fosse n° 11 des mines de Béthune, apparaissent les méthodes de *cimentation* qui ont reçu depuis lors un si grand développement. Non seulement, en effet, ces méthodes sont devenues d'une application parfaitement sûre, mais encore elles ont permis, comme au 14 de Lens, au 3 *ter* de Liévin, au 19 de Courrières, de surmonter les difficultés subies par le procédé de congélation ou par le fonçage à niveau vide, et par une méthode élégante due à M. Fèvre, de reprise de la fosse 2 des mines de Marles, effondrée depuis 1866 avec tout son matériel, en reportant sur le terrain solide le poids du nouveau cuvelage.

Par la cimentation, le fonçage d'un puits de 5 mètres dans le crétacé aquifère sur une soixantaine de mètres de profondeur ne revient plus qu'à un millier de francs par mètre, sans compter le cuvelage, et peut s'effectuer à raison de 1 mètre par jour, comme l'ont montré notamment les beaux résultats obtenus par MM. Cuvelette et Hanicotte, à Lens, aux fosses 13 *bis* et 16.

Treize puits ont été foncés par la cimentation contre neuf par la congélation et onze à niveau vide, depuis l'invention du procédé.

Pour les terrains sableux et bouillants qui se rencontrent quelquefois au voisinage de la surface, le fonçage par l'air comprimé sous caisson a été pratiqué avec plein succès sur une trentaine de mètres de profondeur à deux puits du Couchant de Béthune.

Le procédé Kind et Chaudron avait amené le *cuvelage* en fonte. C'est toujours lui qui est de beaucoup le plus généralement employé, encore que l'on rencontre également des cuvelages en bois avec ou sans injection de ciment, et des cuvelages en ciment armé, comme à Marles.

Prix de revient du mètre courant de puits. — Pour fixer, néanmoins, les idées, on peut dire que le *mètre courant* de puits à *grande section* (4 mètres de diamètre utile ou 16 mètres carrés de section au terrain) coûtait en moyenne avant la guerre :

450 à 550 francs dans un terrain solide et sans muraillement ;

600 à 800 francs dans un terrain solide et avec muraillement ;

900 à 1.200 francs dans un terrain fissuré, mais se tenant encore bien, et assez aquifère pour exiger un cuvelage, mais pas assez aquifère pour exiger l'installation d'une machine d'épuisement pour l'avaleresse.

2.300 à 4.000 francs dans un terrain aquifère très puissant, peu consistant, traversé à l'aide du procédé Kind-Chaudron, avec cuvelage en fonte par conséquent.

Le coût d'un puits par le procédé Poetsch (par la congélation) peut être évalué comme suit pour une profondeur de 100 mètres dans les circonstances des régions du Nord et du Pas-de-Calais citées ci-dessus et pour un diamètre de 5 mètres en œuvre.

Sondages et congélation, c'est-à-dire formation du mur de glace et son maintien pendant la durée du fonçage et de la pose du cuvelage, par mètre..	1.250 à 1.500 francs
Le fonçage proprement dit. — La pose du cuvelage et mise du ciment.....	1.000 à 1.250 —
Par mètre courant, total de ces trois opérations.....	2.250 à 2.750 francs

N.-B. — Prix d'avant-guerre.

Pour avoir le coût total, ajouter la valeur du cuvelage et les diverses dépenses accessoires, telles que : chevalements, fondations et matériaux d'installation des appareils, la vapeur (ou le courant électrique) pour les appareils de forage, puis, pour les compresseurs, l'éclairage, l'amenée de l'eau aux appareils, les frais de manutention, etc.

TRANSPORTS SOUTERRAINS

Les conditions théoriques du transport sur voie ferrée sont resumées par les formules suivantes, qu'il importe de ne pas perdre de vue dans l'établissement des chemins de fer de mines :

Résistance au roulement sur niveau. — Soient :

P , la charge utile d'un wagonnet ;

P' , le poids de la caisse et du châssis ;

P'' , le poids des roues et des pièces tournantes ;

$P' + P''$ = le poids d'un wagonnet vide ;

f , le coefficient de frottement de glissement entre la fusée et le coussinet ;

r , le rayon de la pièce mobile qui frotte contre la pièce fixe liée au wagonnet (fusée ou coussinet) ;

R , le rayon des roues.

La résistance au roulement sur niveau F sera donnée par la formule exacte :

$$F = \frac{f}{\sqrt{1+f^2}} \cdot \frac{r}{R} (P + P'),$$

à laquelle on peut substituer la formule approximative ;

$$F = \frac{fr}{R} (P + P'),$$

qui donne la force à développer pour trainer un wagon sur une voie horizontale.

Influence de la gravité. — Si la voie a une inclinaison i , l'action de la gravité G aura pour expression générale :

$$G = (P + P' + P'') \sin i.$$

Elle s'ajoutera à la résistance F sur les rampes et s'en retranchera sur les pentes.

Force de traction. — La force totale F' à développer pour trainer un wagon sera donc, sur une rampe :

$$F' = \frac{fr}{R} (P + P') + (P + P' + P'') \sin i$$

et sur une pente :

$$F' = \frac{fr}{R} (P + P') - (P + P' + P'') \sin i.$$

Pour réduire au minimum cet effort de traction, la formule montre qu'il faut :

Réduire au minimum le coefficient de frottement f par des surfaces bien polies et par un bon graissage ;

Donner aux roues un rayon R aussi grand que possible ;

Donner à la fusée ou au moyeu un rayon r aussi petit que possible.

Dans les mines : R est limité par la condition de ne pas donner trop de hauteur au wagonnet ; r doit être suffisant pour assurer la solidité de la fusée, par conséquent assez grand, f est assez élevé parce que le graissage est médiocre et que les frottements sont augmentés par la poussière et la boue ; le produit $\frac{fr}{R}$ est donc notablement plus grand pour le petit matériel des mines qu'il ne l'est dans les grands chemins de fer.

En pratique, on aura :

$$f = 0,1 ;$$

$$\frac{r}{R} = 0,1 \left\{ \begin{array}{l} \text{plus fort pour les roues de } 0^m,20 \text{ à } 0^m,25 \text{ de diamètre, moindre} \\ \text{et égale } \frac{1}{12} \text{ pour les roues de } 0^m,50, \text{ les plus grandes que l'on} \\ \text{emploie ;} \end{array} \right.$$

$$P' + P'' = 0,40P ;$$

$$P' = 2,5P'' = 0,29P ;$$

$$P'' = 0,11P ;$$

$$F = 0,0129P \text{ pour le wagon plein ;}$$

$$F = 0,0029P \text{ pour le wagon vide.}$$

C'est-à-dire que la *résistance au roulement* est environ quatre fois plus forte pour le wagon plein que pour le wagon vide.

Pente normale ou d'égale résistance. — Les wagons ne voyageant en charge que dans un seul sens, des chantiers vers le puits, il faut donner à toutes les voies d'une exploitation une pente vers les puits telle que la résistance soit la même dans les deux sens ; cette pente se déduit des formules précédentes, elle est donnée par la formule :

$$\sin i = \frac{fr}{R} \cdot \frac{P}{P + 2(P' + P'')}$$

dont la valeur est, dans la pratique, la plus fréquente :

$$\sin i = 0,0055.$$

La *pente d'égale résistance* est donc de 5 à 6 millimètres par mètre. Sur cette pente, la *force de traction* sera :

$$F' = 0,0051P,$$

soit 5 à 6 millièmes du poids utile transporté.

Pente d'équilibre. — Lorsque la voie est bien établie et que les distances à parcourir sont grandes, il peut être avantageux de donner aux voies une pente telle que les wagons pleins soient sur le point de descendre tout seuls, parce qu'alors les rouleurs, après avoir lancé leur wagon à grande vitesse au départ, montent derrière leur wagon trois fois lancé et mont d'effort à développer qu'à la remonte

du wagon vide, ce qui leur permet de remonter à une distance double.

Cette pente, dite *pente d'équilibre*, se déduit très aisément des formules précédentes, elle est donnée par la formule :

$$\sin i = \frac{fR}{P} \cdot \frac{P + P}{P + P' + P'}$$

dont la valeur est, dans le cas admis plus haut, cas de la pratique la plus fréquente :

$$\sin i = 0,0092.$$

La *pente d'équilibre* sera donc de 9 à 10 millimètres par mètre.

Sur cette pente, la *force de traction* à la remonte sera :

$$F' = 0,0066P,$$

soit 6 à 7 millièmes du poids utile transporté.

C'est une augmentation de 30 0/0 environ sur la force nécessaire dans le cas de la pente d'égale résistance.

Prix de revient de transports à l'intérieur des mines, effectués au moyen de chevaux, de locomotives à benzine et de locomotives à air comprimé [extraits de rapports administratifs publiés par MM. E. LIBOTTE, M. DELBROUCK, GUÉRIN et DEFALQUE (*Annales des Mines* de Belgique, t. XVI et XVII)]. — 1^{er} Cas. — Charbonnages de Ressaix, siège de Ressaix :

Caractéristiques du transport à effectuer.

Longueur de la galerie desservie.....	1.100 mètres
Section moyenne de cette galerie.....	1 ^m .70 × 1 ^m .80
Tonnage transporté journallement :	
500 wagnonnets de charbon (poids utile 400 kg.)....	220 tonnes
250 wagnonnets de terres (poids utile 700 kg.).....	175 —
Soit en tout.....	395 tonnes
Tonnage kilométrique journalier.....	450 t. km.

a) Prix de revient du transport par chevaux :

Nombre de chevaux utilisés pour ce transport.....	14
Nombre de conducteurs.....	4
Prix de la journée du cheval, amortissement compris....	3,83
Prix de la journée du conducteur.....	4,20
Prix de revient de la t. kilom.	$\frac{450}{14 \times 3,83 \times 4 \times 4,20} = 0,156$

b) Prix de revient du transport par locomotives à benzine :

Nombre de locomotives utilisées pour ce transport.....	2
Nombre de locomotives en relais.....	1
Prix d'une locomotive.....	9.800
Nombre de wagonnets composant un train.....	40
Vitesse réalisée par seconde.....	2 m

Dépense journalière nécessitée par les deux locomotives en service :

50 litres de benzol à 18 fr. les 100 kg.....	9
Huiles, graissage, entretien.....	1,60
Deux machinistes à 4 fr. 20 par jour.....	8,40
Amortissement en 5 ans des deux locomotives $\frac{2 \times 9.800}{5 \times 300} =$	13,07
Total.....	32,07

Prix de revient de la tonne kilométrique $\frac{32,07}{450} \dots\dots = 0,071$

2^e CAS. — Charbonnage du levant du Flénu, puits n° 19. Emploi de locomotives à air comprimé.

Caractéristiques du transport à effectuer.

Parcours de 2.450 mètres divisé en trois sections par quatre évitements, l'un au puits, le second à 750 mètres de ce point, le troisième à 1.750 mètres, le quatrième à 2.450 mètres.

Pente moyenne 8^{mm}.64 par mètre courant, avec maximum de 16 millimètres sur 200 mètres de longueur, dans la deuxième section.

Tonnage transporté journallement :

- 850 wagonnets de charbon (charge utile 400 kg.),
- 250 wagonnets de terres (charge utile 680 kg.).

Ce tonnage se décompose ainsi qu'il suit :

275 tonnes à 2.450 m. du puits, soit.....	674 tonnes kilométriques
108 tonnes à 1.750 m. du puits, soit.....	189 — —
110 tonnes à 750 m. du puits, soit... ..	82 — —
17 tonnes à proximité du puits, soit.. ..	0 — —

Tonnage kilométrique, total..... 945 tonnes kilométriques

La composition ordinaire des trains remorqués par une locomotive est de 40 wagonnets. Un voyage complet, arrêts compris, dure 24 minutes ; la vitesse moyenne réalisée est de 1^m.70 par seconde.

L'air comprimé alimentant les locomotives est produit par un compresseur Meyer à cinq étages, commandé électriquement. Pression après chaque étage : 2^{kg}.2, 9^{kg}.9, 37 kilogrammes, 93 kilogrammes, 146 kilogrammes. Refroidissement de l'air après chaque étage de compression.

Deux stations de remplissage des locomotives sont disposées dans la galerie à desservir, l'une à 100 mètres du puits, l'autre à 1.750 mètres. Le nombre des locomotives en service est de 4, celui des locomotives en relais est de 2.

La section de la galerie est de $1^m,80 \times 1^m,90$.

En tenant compte des travaux de recarrage et d'aménagement effectués dans la galerie, l'installation complète de traction (moteur électrique, compresseur, locomotives et accessoires) a coûté 143.000 francs.

Le prix de revient de la tonne kilométrique se décompose ainsi qu'il suit :

Amortissement, en dix ans, de l'installation.....	0 fr. 064
Salaires.....	0 056
Entretien et réparations.....	0 010
Energie électrique (prix du kilowatt à la centrale, 0 fr. 025).....	0 048
Total.....	0 fr. 178

La mise en service des locomotives à air comprimé dans la galerie considérée a permis de supprimer 94 chevaux et 65 conducteurs ou soigneurs de chevaux. La suppression de cette importante cavalerie a eu, d'autre part, pour effet de rafraichir et d'assainir l'atmosphère de la galerie et celle des chantiers placés à l'aval, sur le courant d'air.

REMARQUE. — Le prix de revient de la traction par locomotives à air comprimé se rapproche beaucoup, dans le cas considéré ci-dessus, où les amortissements sont largement pratiqués, du prix de revient de la traction par chevaux, obtenu dans une galerie bien établie et convenablement aérée.

Quant au prix de revient remarquablement bas de la traction par locomotives à benzine, obtenu au siège de Ressaix, il résulte surtout des conditions favorables de production et de vente du benzol en Belgique. Ce n'est certes pas le cas actuellement en France.

MÉTHODES D'EXPLOITATION

Pour les *gites d'une puissance ordinaire*, comparables à la dimension que les conditions locales permettent de donner aux chantiers perpendiculairement au plan du gîte, on emploiera :

Les *gradins*, renversés ou droits ;

Les *grandes tailles* ;

Les *massifs longs* avec toutes leurs variétés.

Pour les *gites de grande puissance*, qui est le cas le plus difficile, la puissance ne permettant pas, eu égard à toutes les circonstances dans lesquelles on se trouve placé, de prendre le gîte sur toute sa hauteur par un système unique de travaux disposés dans son plan, on les

décomposer en portions pouvant être exploitées en une seule fois sur toute leur hauteur, par des plans parallèles entre eux. Plusieurs solutions peuvent être adoptées :

Horizontaux, méthode en travers;

Parallèles à la stratification, méthode par tranches;

Verticaux, méthode verticale.

On peut citer comme exemple d'exploitation par des méthodes variées d'une couche puissante, la Société des mines de la Loire au puits Chatelus n° 2. Ces indications sont extraites d'un récent mémoire de M. Baret, ingénieur-directeur des mines de Gagnières (Gard).

La Société exploite dans le quartier du puits Châtelus un gîte dit de la 8^e couche constituée par 7 à 8 mètres de puissance de charbon, dont 3^m,50 à 5 mètres de houille de belle qualité entre le mur et un entre-deux de gère de 0,20 à 0,50 et de 2 à 3 mètres de charbon de qualité médiocre entre cet entre-deux et le lit de gère. Le charbon, de dureté moyenne, était bien stratifié en gros bancs de 0^m,30 à 0^m,60 d'épaisseur.

La pente était de 12 à 18° et l'allure assez régulière dans le sous-étage 372-374 par lequel devait commencer l'exploitation et dans un panneau de 100 mètres au sud du sous-étage 350-372.

Il y avait peu de grisou.

L'emploi de la méthode horizontale présentait les inconvénients suivants :

1^o Elle obligeait à prendre, au toit et au mur, des triangles de charbon très aigus dont l'abatage et le chargement auraient été peu économiques (fig. 60);

2^o Elle ne permettait pas la séparation facile de l'entre-deux ;

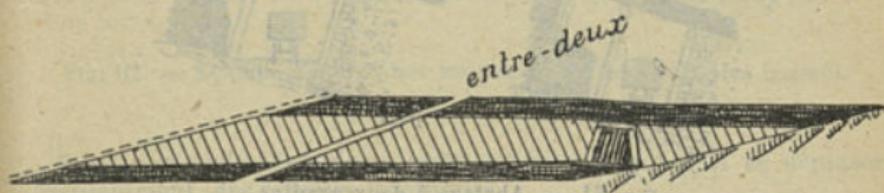


FIG. 60. — Méthode horizontale.

3^o Découpant la couche en tranches par des plans discordants, elle utilisait mal, pour l'abatage, les lits nombreux de stratification du charbon.

La méthode par tailles chassantes inclinées était peu avantageuse aussi, pour d'autres raisons. Le chargement dans ces tailles se fait : 1^o soit en roulant les bennes par fuselage le long du front, manœuvre délicate et qui exige une pente faible ; 2^o soit en concentrant, par

trainage, rejetage à la pelle ou au moyen de couloirs, le charbon au bas de la taille où on le charge dans les bennes. La mise en place du remblai se fait par les mêmes procédés. L'emploi complet des couloirs nécessite une pente assez forte (27° environ). Le trainage ou le rejetage à la pelle avec emploi restreint des couloirs, seuls possibles avec les pentes moyennes, sont des manipulations coûteuses et se prêtant mal à la séparation des charbons propres et sales.

La méthode par tailles montantes évitait ces inconvénients : les difficultés d'abatage et d'aérage qu'on lui reproche disparaissent dans les conditions où on l'a appliquée. Nous verrons dans la suite d'autres avantages de son emploi.

Application de la méthode. — 1° LE CHANTIER. — *Abatage.* — Dangereux avec les fortes pentes, il est comparable ici à l'abatage en tranche plate ou en taille chassante inclinée. D'ailleurs, il n'y a pas, de 1900 à 1905, d'accidents d'abatage plus nombreux ou plus graves que dans d'autres exploitations de la même couche.

La hauteur du chantier est de 2^m,30. Le charbon, moyennement dur, nécessite une « coupe » ; on la fait dans un lit de stratification à mi-hauteur du chantier ; on conduit l'abatage en deux gradins, la position du piqueur est commode pour la « coupe », et l'abatage du gradin inférieur est particulièrement facile, le charbon s'étant boursoufflé sous la pression des terrains est enlevé à la pioche par planches successives (fig. 61).

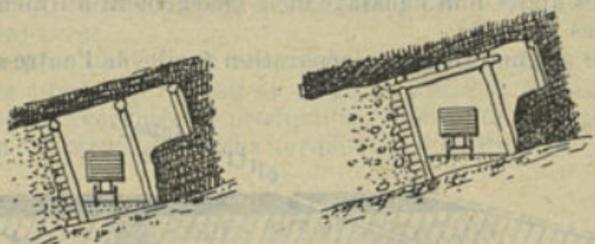


FIG. 61. — Abatage à deux gradins.

La position et la consistance de l'entre-deux ont quelquefois permis de le prendre comme toit en 2^e tranche ; plus généralement, il s'est trouvé au voisinage du milieu de la 2^e tranche ; en faisant la coupe au-dessus, on est arrivé à le séparer aussi complètement que possible.

On emploie peu d'explosifs.

La production est de seize à dix-huit bennes de 6 hectolitres par piqueur disposant de 4 mètres de front de taille.

Boisage. — Il est constitué par des lignes de flandres de 4 mètres, distantes de 0^m,70 à 1^m,20 suivant la charge. Dès leur mise en place, les flandres sont soutenues par trois buttons provisoires « empotés » sur le gradin inférieur, on les remplace par les chandelles définitives quand on enlève le gradin.

Quand le toit du chantier est mauvais, ou quand les flandres sont espacées de 1^m,20, on garnit avec des relèves (planches de 0,03 × 0,15 × 1^m,60).

Les piqueurs font le boisage.

Roulage. — Le roulage des bennes jusqu'au point d'abatage se fait au moyen d'une voie placée le long du front de taille et d'un plan incliné communiquant avec le niveau de base de l'étage.

A. Voie. — C'est une voie simple ; on ne peut établir de double voie à cause des difficultés de boisage et des vides dangereux qu'on devrait avoir dans les tailles. Elle aboutit aux plaques de la recette supérieure du plan incliné. Si les terrains sont bons, l'écartement des lignes de flandres permet le passage de la voie ; dans le cas contraire, un boisage spécial, au moyen de porteuses, devient nécessaire (fig. 62).

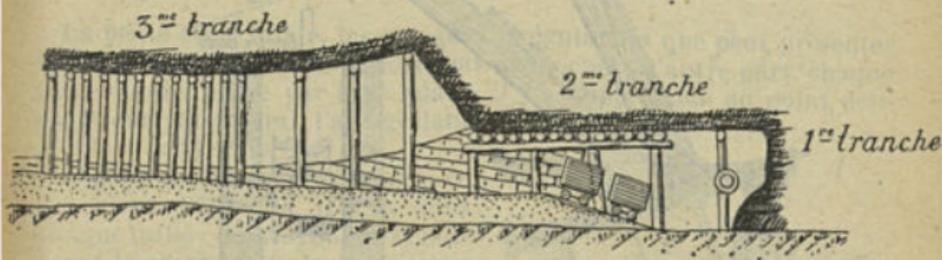


FIG. 62. — Abatage par tranches montantes (coupe par le plan incliné).

Il est commode d'employer pour cette voie, qui doit se déplacer fréquemment, des échelles Decauville.

B. Plan incliné. — Un plan incliné, dont la recette supérieure se déplace avec le front de taille, relie la taille au niveau de base. Pour qu'il ait un rendement maximum, on le ménage au milieu de la longueur de la taille. Sur la voie unique du chantier, d'un même côté de ce plan, le nombre de rouleurs est limité ; ne pouvant garer leurs bennes, ils doivent faire en même temps leurs manœuvres dans le plan : envoyer les pleines et recevoir les vides ; dans ces conditions, il ne peut y avoir plus de deux rouleurs de chaque côté, chargeant, roulant et « freinant » chacun 32 à 36 bennes.

Cependant, avec une pente assez faible, on peut établir un couloir

assez long, « freinter » trois bennes à la fois et avoir des rouleurs de chaque côté du plan.

Le plan est muni d'une poulie à large gorge sur laquelle on obtient l'adhérence en enroulant la chaîne un tour et demi ou deux tours et demi; on allonge la chaîne par tronçons raccordés au moyen de chappes; pour diminuer le nombre des tronçons, on double, avant l'attelage, la partie de la chaîne qui ne passe pas sur la poulie. Cette poulie pèse 60 kilogrammes et est très facile à installer (*fig. 63*).

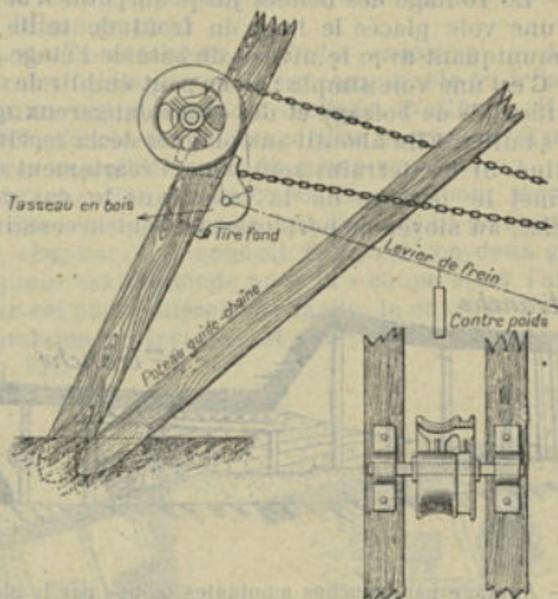


FIG. 63. — Poulie de plan incliné.

Pour avoir un effort moteur suffisant, on doit, en général, manœuvrer deux bennes à la fois.

Les tambours munis de câbles, se développant avec l'allongement du plan, sont lourds et leur réglage est difficile.

Le plan est fermé pendant les arrêts au moyen d'une chaîne.

Remblayage. — Le remblai arrive par un plan aboutissant au niveau supérieur du sous-étage en exploitation et dont la recette inférieure, raccordée à la voie du chantier, se déplace avec celle-ci.

Chaque taille a son plan à remblai, car il serait impossible de faire circuler dans une taille en remblayage le remblai de la taille sui-

vante; ainsi chaque taille est comprise entre deux plans s'ouvrant dans le niveau supérieur.

Aéragé. — Le plan à remblai d'une taille lui sert aussi de sortie d'air; grâce à une toile T, il arrive une grande partie de l'air ayant servi à la taille précédente; un peu d'air frais, montant par le plan à charbon, s'y ajoute (fig. 64).

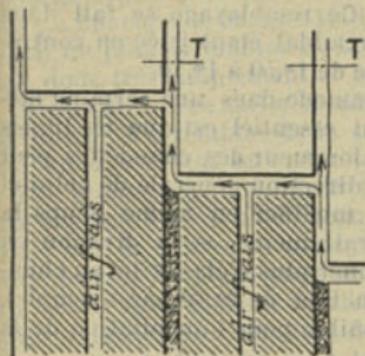


FIG. 64.

Marche de l'air et des remblais.

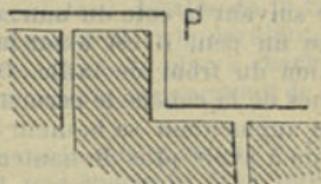


FIG. 65.

Avancement du chantier.

La pente étant faible, les quelques irrégularités que peut présenter le front de taille ne constituent pas de cloches; d'autre part, chaque taille étant limitée par deux plans, il y a suppression du point délicat P, que présenterait l'aéragé dans d'autres conditions (fig. 65).

Marche du chantier. — D'après ce qui vient d'être dit, il y a dans chaque taille: quatre rouleurs chargeant le charbon de huit piqueurs qui disposent chacun de 4 mètres de front de taille; la longueur de la taille est donc de 32^m,16 de chaque côté du plan à charbon. — Quand la pente est assez faible pour qu'il soit possible de « freinter » trois bennes à la fois, on peut avoir six rouleurs, douze piqueurs et 48 mètres de front de taille.

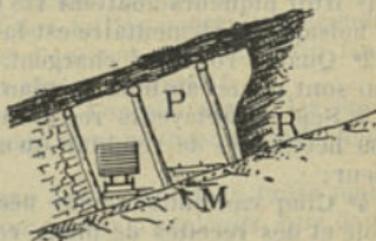


FIG. 66.

Avancement du plan incliné.

Le poste de jour, ayant préparé l'emplacement P d'une nouvelle voie (fig. 66) et enlevé le « rebanché » R au droit du plan à charbon pour permettre de monter la poulie, est remplacé à trois heures du soir par une équipe de cantonniers; les uns déplacent immédiatement la plaque du fond du plan à remblai pour l'amener à la cote de la nouvelle voie, et commencent d'établir celle-ci en la faisant reposer sur un mur M, les autres installent la poulie, la recette, etc., du plan à charbon, et le reste de la voie. Ils ont terminé à minuit.

Les remblayeurs, arrivant à six heures, reçoivent du remblai, le versent pour garnir la nouvelle voie et l'emplacement de l'ancienne et font des éperons près du plan à charbon. Le lendemain ou le surlendemain, on achève le remblayage. Ce remblayage se fait dans d'excellentes conditions, une partie du remblai étant jetée en contrebas et la hauteur de clavage n'étant que de 1^m,50 à 1^m,70.

Le chantier est assez souple et s'accommode dans une certaine mesure des irrégularités du mur. Le point essentiel est que les lignes de flandres soient bien horizontales; la longueur des chandelles peut varier suivant la cote du mur, et si la direction générale de celui-ci change un peu, il est assez facile de modifier en même temps la direction du front de taille. On pourrait même, si la division en tranches de la couche le permettait, donner plus d'élasticité au chantier en augmentant sa hauteur (2^m,60 au lieu de 2^m,30 par exemple), de façon à avoir plus de hauteur disponible pour l'installation de la voie.

Huit piqueurs, dans une taille de 32 mètres, font un avancement assez lent pour qu'on puisse tenir le remblai à jour, assez rapide pour que le boisage ne soit pas trop cassé avant le remblayage (0^m,40 à 0,70 par jour).

On déplace la voie tous les deux ou trois jours, suivant le mode de boisage et la production.

Personnel. — Dans une taille :

1° Huit piqueurs abattent 128 ou 144 bennes et boisent le chantier : le boisage supplémentaire est fait par des boiseurs ;

2° Quatre rouleurs chargent, roulent et « freintent » ces bennes, qui sont reçues au fond du plan par un embrancheur ;

3° Sept remblayeurs reçoivent et mettent en place 102 bennes et 459 hectolitres de remblai qu'un freinteur envoie du niveau supérieur ;

4° Cinq cantonniers sont nécessaires pour le déplacement de la voie et des recettes de plan; ce déplacement est payé 25 francs en 1^{re} tranche et 28 francs dans les autres.

Deux boiseurs élèvent le plan à charbon en arrière de la taille, comme nous le verrons plus loin, pendant les postes de huit où l'on ne déplace pas la voie.

2° LA 1^{re} TRANCHE. — La couche étant peu grisouteuse, le toit assez bon, l'exploitation rapide, on a pu enlever les tranches du mur au toit.

3° LES TRANCHES SUPÉRIEURES. — La 2^e tranche, comme la 1^{re}, doit être divisée en taille par des plans reliant le niveau inférieur au niveau supérieur.

Plans. — Il est nécessaire de relever les plans à charbon en arrière des tailles : 1° à cause de l'affaissement ; 2° pour regagner la hauteur prise par le remblai qu'on a dû mettre pour établir un palier en tête

du plan. Mais, par suite du tassement du remblai et du boursofflement du mur, il suffit d'augmenter un peu la quantité de remblai mis en ensablage, pour élever la sole du plan jusqu'à la couronne de tranche dépilée; en faisant alors un relevage de 2^m.30, on amène le plan à charbon de chaque taille dans la tranche supérieure dont il devient un plan à remblai P. Le changement de tranche des plans P se fait donc très simplement et suit de près le dépilage.

Niveaux. — Une taille montante étant terminée, le plan à charbon, devenu plan à remblai de la tranche supérieure, est relié par un palier au niveau qui sert pour toutes les tranches.

Les plans à remblai de 2^e tranche sont donc décalés de 16 mètres par rapport à ceux de 1^{re} tranche, et la première et la dernière taille n'ont que 16 mètres de front; on ne ménage pas de plan à charbon en leur milieu; les plans extrêmes, restant ouverts, leur servent de plans à remblai et de plans à charbon.

En 3^e tranche la situation des tailles est la même qu'en 1^{re}. Il peut arriver que la tranche sous le toit ait une épaisseur trop faible, en certains points, pour le changement des voies; on arrête alors la taille montante et on enlève en chassant les parties amincies; on peut rétablir la taille si l'épaisseur redevient normale.

Le remblayage des plans, en fin d'exploitation, peut se faire plus avantageusement par embouage.

Aéragé. — Il est facile de distribuer l'air dans les tranches (*fig. 64*), mais il faut avoir soin de ne pas barrer trop complètement le niveau de base (porte à guichet) pour laisser monter un peu d'air frais par tous les plans à charbon, sinon l'air des tailles pourrait descendre dans ces plans. On a ainsi l'avantage d'amener un peu d'air frais dans tous les chantiers et d'établir un aéragé progressif.

CONCLUSIONS. — Nous venons de voir que l'emploi des tailles montantes, dans certaines conditions, est possible sans inconvénient; nous allons énumérer les avantages;

1^o Abatage avantageux; la production des piqueurs en taille montante a toujours été plus élevée, et avec moins d'explosifs, que dans les tailles chassantes préparatoires;

2^o Triage de l'entre-deux facile et chargements séparés au chantier des charbons propres et des charbons sales;

3^o Manipulations minima des charbons et des remblais;

4^o Mise en place du remblai facile et régulière et par suite bonne confection des remblais;

5^o Traçages et entretien réduits;

6^o Concentration de la production dans un petit nombre de chantiers voisins;

7^o Dépilage intensif, permettant cependant un tassement complet des remblais; un panneau de 100 mètres de longueur et 20 mètres de pendage vertical peut fournir 450 à 500 bennes par poste;

8° Régularité de la production et passage sans à-coup d'une tranche dans une autre ;

9° Suppression presque complète des culs-de-sac à remblayer dans les changements de tranche, résultant de ce qu'on ne conserve aucune galerie dans les remblais, sauf le niveau de base, pendant un temps assez court. Il est très avantageux de n'avoir pas à conserver de galerie dans les remblais, attendu que :

1° Leur entretien est coûteux ; 2° leur remblayage se fait irrégulièrement, à cause des irrégularités du personnel et dans de mauvaises conditions, à cause du défaut d'aérage et de l'état, généralement médiocre, du boisage ; 3° remblayage incomplet, la hauteur du remblai dans ces galeries est plus grande que celle du remblai voisin et il est mal tassé, ainsi pour les tranches supérieures une sole irrégulière et moins sûre ; il en résulte des difficultés pour le boisage et l'établissement des voies.

Tailles chassantes. — Nous avons dit précédemment que les inconvénients des manipulations de charbon dans les tailles chassantes avaient motivé le choix des tailles montantes.

Depuis quelques années on a cherché à réaliser le transport mécanique au chantier pour réduire la main-d'œuvre, favoriser la proportion de grélage et la propreté du charbon et éviter la formation des poussières ; on a pu, en même temps, allonger les fronts de taille et, pour une même production, diminuer le nombre des niveaux et des plans inclinés ; de là des conditions meilleures d'entretien, de roulage, d'aérage, de surveillance, et aussi des conditions favorables, le cas échéant, au remblayage hydraulique.

On s'est servi, particulièrement dans les couches minces, de couloirs oscillants, murs à bras ou à l'air comprimé, de toiles transporteuses, de convoyeurs. Les couloirs présentent des difficultés d'assemblage à cause des chocs qu'ils subissent et font du bruit : les toiles transporteuses se prêtent davantage aux irrégularités du gisement et sont plus faciles à déplacer ; mais elles s'usent rapidement et ne peuvent convenir pour le transport des remblais et pour les grandes longueurs de tailles. Ces appareils ne paraissent pas se répandre beaucoup : ils ne donnent une économie de rejetage que dans des conditions assez limitées de pente et d'épaisseur ; en couche mince, surtout avec l'emploi des plans à recettes multiples ; l'avantage des grandes tailles n'est réel que si on fait du remblayage incomplet ou si, pour des raisons spéciales, on fait du remblayage hydraulique ; en grande couche, il est à craindre que leur fonctionnement ne gêne la surveillance du chantier et que leur installation ne soit un peu précaire à cause des ruptures de boisage.

On a mis à l'essai, aux houillères de Saint-Étienne (13° et 15° couche Gruner) une méthode applicable seulement aux grandes couches et aux couches moyennes. On a supprimé le fuselage des charbons dans

les tailles inclinées en se servant, pour le roulage des bennes sur une voie parallèle au front, d'un treuil à air comprimé placé au sommet de la taille, ce qui permet de manœuvrer avec plus de sécurité et sur des pentes plus fortes, un plus grand nombre de bennes simultanément (jusqu'à 12). On a pu doubler la longueur des fronts et la production des chantiers. Un chantier de 60 mètres avec six piqueurs (ne faisant pas le boisage) produit 120 bennes de 6 hectolitres.

Il faut, pour combler assez rapidement le vide considérable produit, augmenter la puissance de remblayage. On y arrive : 1° en ayant deux postes de remblayage, par l'emploi très ingénieux d'embranchements faciles à déplacer, au moyen desquels on fait passer les bennes de remblai, de la voie desservie par le treuil, dans l'allée en remblayage.

On voit que la longueur de front attribuée à chaque piqueur est bien plus grande que celle que j'indiquais dans les tailles montantes ; il en résulte un avancement plus lent. Un tel avancement, justifié d'ailleurs par la charge moindre des terrains, facilite l'abatage, il donne un dégagement plus régulier de grisou et plus de latitude aux travaux de remblayage.

Cette exploitation par grandes tailles chassantes inclinées, des tranches descendantes (du toit au mur), s'applique admirablement au gîte régulier et grisouteux (13° et 15°) des houillères de Saint-Étienne ; la pente est faible et la tranche descendante offre une sole favorable à l'établissement des voies (charbons dans les 1^{res} tranches, mur dans la dernière).

Au puits Châtelus, l'irrégularité et l'exiguïté des champs d'exploitation, la forte charge des terrains, la nature des remblais, dont souvent une grande partie est fournie par les travaux de recherche ou d'entretien, l'épaisseur de la couche (7 à 8 mètres), les dégagements faibles de grisou, entraînent l'emploi des tranches ascendantes qui permettent un dépilage intensif et dans lesquelles les préparations sont plus faciles et l'entretien moins onéreux.

Nous avons vu combien d'avantages présente la méthode des tailles montantes lorsqu'elle est applicable.

Dans des régions où la pente est trop forte, il est préférable d'employer les tailles chassantes inclinées. Ces tailles sont prises par gradins renversés ; outre que la couche est peu grisouteuse, les gradins droits, avec une pente un peu forte, obligent à abandonner le triangle de charbon qui sert d'assise à la voie supérieure et, d'autre part, nécessitent un boisage difficile et qui ne donne pas autant de sécurité, au croisement de chaque taille et du niveau supérieur (*fig. 67 et 68*) ; ce dernier inconvénient est d'autant plus sensible qu'à l'amont de ce croisement se trouvent des remblais récents et que le niveau est le siège d'un roulage important ; on pourrait, pour l'éviter, tracer les niveaux en partie dans le mur, mais ce serait coûteux.

Les tailles de 2^e tranche sont prises le plus souvent en rabattant, par gradins renversés, les niveaux de 1^{re} tranche convenablement élevés, servant à la 2^e, grâce au tassement des remblais (fig. 69) ; le

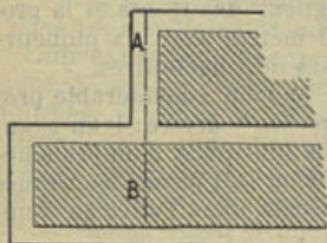


FIG. 67.
Tailles chassantes inclinées.

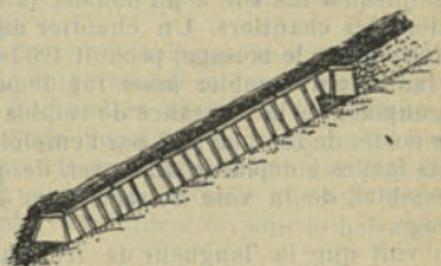


FIG. 68.
Plan incliné.

niveau de base de chaque étage est alors remblayé, dans de bonnes conditions, avec la couche elle-même; on évite ainsi des remblayages en cul-de-sac dont nous avons vu les inconvénients, des frais d'en-

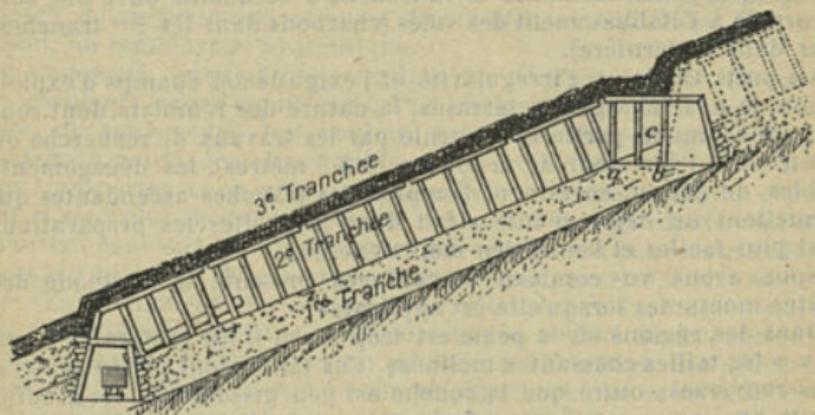


FIG. 69. — Plan incliné (2^e tranche).

retien et de préparation. Pour culbuter facilement le remblai, on « rebanche », tous les 3 mètres environ, le triangle *abc* (fig. 69). Le charbon jeté dans les couloirs tombe directement dans la benne qui se trouve en contre-bas (même figure).

La 3^e tranche, dont la sole est assez régulière, s'enlève sans traçage ni déplacement de niveau, comme une 1^{re} tranche; les niveaux de 3^e tranche servent au dépilage de la 4^e, si elle est mise en charge du remblai dont les tailles sont assez solides pour qu'on soit obligé de donner aux chandelles une inclinaison très apparente du côté du remblai.

En 2^e, et surtout en 3^e tranche, le charbon est généralement plus dur qu'en 1^{re}, et ces tranches, non plus que le toit, ne sont pas très disloquées.

Le dépilage de trois tranches dure environ un an et demi.

Les tailles ont 20 à 24 mètres de longueur; elles donnent avec quatre piqueurs (faisant le boisage) une production de soixante à quatre-vingt bennes de 6 hectolitres. Elles sont assez souples et le clavage du remblai y est facile; mais elles entraînent des complications de rejetage (la pente étant souvent insuffisante), de roulage et d'entretien.

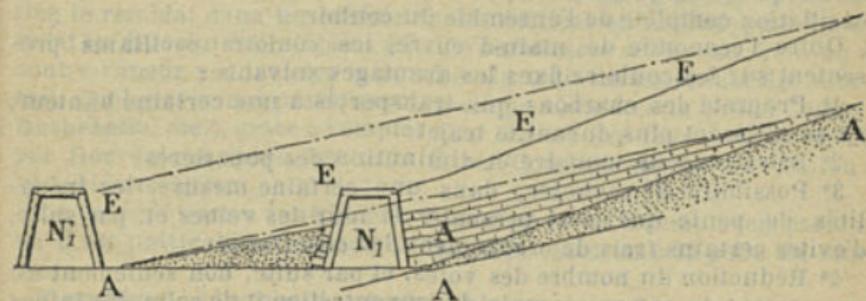


Fig. 70. — Enlèvement de la 3^e tranche.

EE, élevage; — AA, ensablage; — N₁N₁, galerie de roulage.

Le roulage avec treuil dans ces tailles, lorsque la pente est trop faible ($< 27^\circ$) pour le glissement spontané du charbon et du remblai dans les couloirs, mais inférieure aussi à une limite déterminée par la sécurité du calage des bois, supprimerait le rejetage et permettrait d'augmenter leur longueur et leur production; il rendrait ainsi discutable l'emploi des tailles montantes. L'établissement des voies dans la 1^{re} tranche serait sans doute assez facile; mais, dans les tailles de 2^e tranche, le nivellement des remblais et le raccordement des voies de la taille avec celle du niveau inférieur seraient très onéreux. On pourrait, il est vrai, ne prendre la 2^e tranche qu'après remblayage complet de la 1^{re}, ce serait désavantageux au point de vue de l'intensité de la production et de la régularité des remblais. On pourrait aussi faire un changement de tranche en relevant les niveaux sur

eux-mêmes; mais, dans ce cas encore, la production serait diminuée, et l'entretien, l'ensablage des niveaux et leur raccordement avec les plans, entraîneraient beaucoup de difficultés.

La méthode par grandes tailles chassantes inclinées, avec roulage au moyen de treuil, semble donc d'une application peu commode dans les tranches ascendantes.

Emploi de couloirs oscillants pour le transport du charbon dans les tailles. — Le transport du charbon de l'abatage à la galerie de changement sur berlines nécessite, dans les exploitations de veines minces à faible pente, un travail d'autant plus coûteux que la relevée des tailles est plus grande. Un moyen pratique de transport du charbon consiste dans l'emploi de *couloirs oscillants*, pouvant osciller librement et soumis, à la fin de chaque oscillation, à un choc ayant pour effet de projeter le charbon dans la berline. Le mouvement oscillatoire est donné par l'ouvrier au moyen d'un levier qui provoque, à chaque mouvement d'aller et retour, une oscillation complète de l'ensemble du couloir.

Outre l'économie de main-d'œuvre, les couloirs oscillants présentent sur les couloirs fixes les avantages suivants :

1° Propreté des charbons, qui, transportés à une certaine hauteur, ne se salissent plus durant le trajet :

2° Bris beaucoup moindre et diminution des poussières ;

3° Possibilité de racheter, dans une certaine mesure, les inégalités de pente que peut présenter le mur des veines et, par suite, d'éviter certains frais de creusement des cheminées ;

4° Réduction du nombre des voies, et par suite, non seulement du creusement de ces voies, mais de leur entretien et de celui des tailles correspondantes.

Conclusions. — De l'emploi ci-dessus exposé des différentes méthodes par tranches ascendantes, et bien que la comparaison pratique soit difficile, les irrégularités du gîte entraînant souvent des variations notables dans la charge des terrains, les frais de boisage et de préparation, la productibilité des chantiers, on peut déduire les indications générales suivantes :

1° Dans une couche puissante, si le toit n'est pas trop mauvais, si l'épaisseur est sensiblement constante jusqu'à 7 ou 8 mètres ou même 10 quand le charbon n'est pas inflammable, on pourra exploiter par tranches inclinées :

a) Avec des tailles montantes, quand l'allure est assez régulière et la pente inférieure à une limite déterminée par la dureté du charbon et le dégagement du grisou ;

b) Avec des tailles chassantes, même si l'allure est, dans une certaine mesure, irrégulière ; quand la pente est comprise entre 27° et 45° ou quand elle est inférieure à 27°, si l'épaisseur est faible et si les tailles montantes ne sont pas applicables.

2° En dehors de ces conditions, on exploitera, en général, par tranches horizontales.

Il est cependant un cas où le choix est difficile; c'est quand l'épaisseur est faible, variable, l'allure un peu irrégulière et la pente inférieure à 27°. La tranche horizontale se réduit à un traçage et des dépilages peu productifs au toit et au mur; d'autre part, la pente est très défavorable à l'emploi des tailles chassantes inclinées et les variations d'épaisseur rendent l'enlèvement de la 2° tranche très onéreux.

Matériaux pour remblais. — Le remblai le plus recherché est, sans contredit, le *stérile* à pied d'œuvre; parfois celui des *épontes du faux toit* ou *faux mur*; les résidus de préparation mécanique (schistes, quartz, etc.). À côté de ces matières fournies par l'exploitation se placent celles qu'il faut extraire tout exprès de carrières à ciel ouvert ou de *découverts*.

Introduction du remblai. — Quand le traçage s'y prête, ou débouline le remblai dans un couloir (puits vertical ou incliné); généralement on descend les remblais à l'aide de *balances sèches* (au frein ou à contre-vapeur pendant les intervalles du trait ascensionnel du mineur). Quelques mines pratiquent le *roulage circulaire* (la Grand'Combe, Rochebelle, etc.), grâce à l'emploi d'un organe très ingénieux imaginé par Bourdaloue (géomètre à la Grand'Combe), appelé par Cailou: *plan bisautomoteur*.

Le procédé connu sous le nom d'*embouage* tend à remplacer, partout où il est praticable, la mise en place à la main ou à la pelle du remblai.

Remblayage hydraulique par embouage. — Ce procédé consiste à noyer les vides dans une *eau boueuse* qui y dépose les matières solides qu'elle tient en suspension tandis que l'eau dépouillée s'insinue et filtre à travers des cloisons perméables et va rejoindre le puisard où elle est reprise par les pompes d'exhaure.

Le courant d'eau sert uniquement d'agent de transport, d'épandage ou de mise en place du remblai. Le coût du remblayage se chiffre surtout par le prix du surcroît de travail des pompes d'épuisement.

Il est aujourd'hui prouvé que les matériaux déposés par embouage acquièrent, au fur et à mesure de leur tassement, une compacité telle qu'on n'a plus à craindre d'affaissements du sol et qu'on peut dès lors supprimer les pertes dues aux massifs de protection (investisons) réservés autrefois aux abords de tous les organes permanents de l'exploitation.

Matériaux employés. — On emploie de préférence les déchets stériles (schistes des haldes et des triages, schistes frais de lavoirs, cendres de chaudières, etc.) et le sable.

Le sable donne les meilleurs résultats au point de vue de l'hermé-

LIEU DE L'EMPLOI dans le bassin de Sarrebrück	ANNÉE de l'introduction	MOTIF de l'emploi	EXTRACTION EN 1911 avec remblayage hydraulique et proportion de la production totale
Puits Ensdorf	1903	Sécurité relativement aux feux	t. Env. 2.000 = 0,4 0/0
Puits Viktoria de Louisenthal..	1909	Exploitation sous le village de Püttlingen	—
Louisenthal (install. intérieure).	1908	Manque de remblais	61.300 = 30 0/0
Puits I Dudweiler	1907	Protection de la surface	36.450 = 4,2 0/0
Puits II Dudweiler	1907	Id.	
Puits Mellings, à Sulzbach....	1904	Id.	
Puits Lochwiess, à Sulzbach..	1905	Exploitation du pilier de protection des puits	137.704 = 33 0/0*
Puits Moorbach Altenwald....	1903	Protection de la surface	70.352
Puits Eisenbahn Altenwald....	1906	Id.	66.120
Puits Gegenort Altenwald....	1903	Id.	27.491
Puits Feuerofen Altenwald....	1910	Id.	7.371
Fosse Heinitz.....	1904	Protection d'un pilier pour fours à coke et centrale de moteurs à gaz	17.400 = 2 0/0
Puits Dechen.....	1908	Piliers de protection pour les vieux fours à coke	10 500 = 2 0/0
Installation de Welerbachtal...	1911	Sécurité	—
Fosse König :		relativement aux feux	
a) Heusnerweiher	1908	Piliers de protection pour Neukirchen et l'usine Stunna	
b) Puits Wilhelm I.....	1905	Id.	121.922 = 24 0/0
c) Puits Wilhelm II.....	1905	Id.	
Fosse Hélène, à Friedrichsthal.	1909	Exploitation d'un pilier de protection de puits	32.075 = 7 0/0
Fosse Velsen a) Puits Gustave.	1905	Manque de remblais. Pro- tection contre le grisou	15.242
— b) Puits Est.....	1908	et le danger des poussières Id.	133.967
			} = 55 0/0

MATÉRIEAUX employés et leur provenance	QUANTITÉ REMBLAYÉE		GROSSEUR des grains	QUANTITÉ d'eau	CONDUITES		LONGUEUR totale en mètres
	Année 1910	Par heure			Diamètres	Nature de la conduite	
	m ³	m ³	mm.		mm.		m.
Sable .	1.000	20 à 25	60	6	187 et 150	Acier et acier avec garnissage en porcelaine	1.480
Remblais et cendres de chaudière	"	80	60	3,5 à 4	200 à 176	Fonte	2.350
Schistes de lavage	46.000	50	50	1,5 à 3	150	Fonte et fer	860
Id.	33.300	40	30	1,5	150	Fer fondu, acier	1.750
Id.		40	30	1 à 1,5	150	Fer fondu, acier.	800
Id.	51.243	80 à 100	80	1,1 à 1,5	150	Fonte	4.700
Id.		80 à 100	75	1,05 à 1,36	150	Acier	
Sable, abatage aux explosifs et à la lance	13.400	110 à 120	75	1,4	150	Fonte et acier	4.480
Schistes de lavage et remblais broyés	43.000	110 à 120	75	0,8	150	Id.	5.290
Id.	18.109	110 à 120	75	0,95	150	Id.	1.305
Sable, abatage aux explosifs et à la lance	2.750	110 à 120	75	1,5	150	Id.	1.460
Schistes de lavage	9.000	30	40	1,5 à 2	140	Fonte	700
Cendres de chaudière et remblais tirés	7.500	30	30		160 dans puits 157 dans mine	Fonte et acier	700
Vieux schistes de lavage abattus à la lance	—	—	40	"	160 dans puits 157 dans mine	Fonte et acier	
Sable abattu aux explosifs et à la lance		80	45	1 à 2	125	Fer étiré	5.322
Schistes de lavage et schlamms fins d'usine	98.650	60 à 100	40	1,5 à 2	160	Fonte	
Id.		60 à 100	40	1,5 à 2	160	Fer étiré et fer avec revêtement en porcelaine ou en bois	
Sable abattu aux explosifs et à la lance	7.260	21	60	1,5	150	Acier et avec revêtement en porcelaine	2.000
Sable abattu aux explosifs	14.000	72	60	1,47	187	Fer étiré et acier	5.200
Sable abattu à la lance	74.166	54	60	1,33	150	Id.	

ticité des remblais, mais il est cher ; de plus, avec le sable, la clarification des eaux est parfois difficile à cause de l'argile qui s'y trouve contenue souvent.

Installation pour la distribution des remblais. — Les matériaux sont conduits aux appareils de distribution soit à l'état sec, soit au moyen d'un courant d'eau, surtout quand on peut abattre les matériaux à la lance. Les diverses installations de distribution des remblais installées au jour au voisinage des puits comportent l'assemblage d'une trémie de mélange avec le tuyautage aboutissant généralement dans le puits par une galerie inclinée.

Arrivée de l'eau. — L'eau employée pour le remblayage hydraulique provient généralement des pompes d'épuisement qui vont dans de grands réservoirs (300 à 500 mètres cubes) placés en contre-haut.

La pression de l'eau joue un rôle essentiel au point de vue de la consommation d'eau qui a pu être considérablement diminuée en passant d'une pression de 2 atmosphères à 10 atmosphères.

La proportion des matériaux et de l'eau de mélange varie entre 1 : 8 et 1 : 6, la consommation d'eau croissant avec la grosseur des grains et aussi avec le poids spécifique et la teneur en argile. Elle varie beaucoup également avec la distance où se fait le transport dans la mine.

Le transport diffère nécessairement suivant qu'il a lieu dans des tuyautages horizontaux ou dans des tuyaux inclinés.

Avant et après chaque opération, il convient de nettoyer la conduite pendant une à deux minutes par un courant d'eau.

Tuyautages. — On emploie des tuyaux en fer étiré, en acier et en fonte, mais la fonte n'est pas à recommander : elle éclate, pèse plus par unité de longueur, elle sert surtout dans la colonne des puits.

Diamètre des conduites. — Varie de 125 à 200 millimètres. La section doit être telle que la conduite soit constamment pleine et donne lieu à un écoulement régulier. Le diamètre doit être d'autant plus fort que les grains de remblais sont plus gros et plus argileux.

Épaisseur des conduites. — Varie, pour tuyaux en fer ou en acier, de 5 à 10 millimètres ; elle est le plus souvent de 8 millimètres.

La longueur la plus convenable pour les tuyaux dans les puits est de 6 mètres dans le cas du fer et de 3 mètres dans le cas de la fonte. Dans les travers-bancs, les tuyaux en fer ou acier ont généralement 5 à 6 mètres et ceux en fonte 3 mètres.

Les tuyaux doivent avoir une longueur uniforme afin de faciliter leur remplacement. La plupart des mines adoptent des tuyaux à parties d'assemblage lisses et à brides mobiles. Les portées unies facilitent le changement des tuyaux ou la réfection d'un joint, et les brides mobiles facilitent le retournement des tuyaux par rotation.

Coudes. — Les coudes constituent un des éléments les plus impor-

tants de la conduite en raison de leur usure et des obstructions dont ils sont la cause. Il y a lieu de distinguer les coudes ordinaires, employés dans les galeries, du coude principal situé au fond du puits. Les coudes ordinaires avec angles de 45°, 35° et 15° sont au rayon de 750 à 1.500 millimètres ; souvent leur épaisseur est renforcée à l'extérieur.

Le coude principal du fond du puits est l'objet d'une construction spéciale. On a employé dans ces derniers temps des coudes en plusieurs pièces, faits en acier extra-dur au manganèse.

Le rayon du coude a une importance spéciale ; plus ce rayon est grand, plus le courant est régulier et plus la résistance est faible. Généralement ce rayon est supérieur à 1 mètre.

Les tuyaux revêtus intérieurement en porcelaine ou en bois n'ont pas donné de bons résultats.

ATMOSPHERE DES MINES

Pour assurer le bien-être des ouvriers et leur complète sécurité, il ne suffit pas de mettre à leur disposition le volume d'air nécessaire à leur respiration normale ; il faut parvenir à combattre les dégagements de gaz nuisibles (acide carbonique, oxyde de carbone, grisou, acide sulfureux, acide sulfhydrique, vapeurs nitreuses, etc.), à détruire les miasmes morbides et à réaliser les conditions d'hygiène sévère qu'impose l'existence souterraine. L'air des mines est vicié par la respiration des hommes et des animaux, la combustion des lampes, les émanations de beaucoup de substances minérales et principalement par les gaz résiduels des coups de mine et le grisou. Quand la proportion d'oxygène descend au-dessous de 15 0/0, l'air devient irrespirable et à 10 0/0 les lampes ne brûlent pas.

L'acide carbonique dans la proportion de 2 0/0 rend la respiration pénible et rend tout travail impossible dès qu'il entre pour 1/10 dans la composition de l'air ; il provoque l'asphyxie au delà de 30 0/0.

Outre les atmosphères viciées, il faut encore combattre les atmosphères chaudes. On admet que la température s'élève de 1 degré centigrade :

dans les charbonnages, par 26 à 28 mètres d'approfondissement	
dans les mines métalliques 32 à 34	—
dans les roches vulgaires 30 à 120	—

Ces chiffres représentent le *degré géothermique* d'une mine.

La température T à la profondeur de H mètres, dans les mines

métalliques profondes, peut être ainsi évaluée :

$$T = 10 + \frac{3}{100} (H - 13),$$

en supposant un degré géothermique $= \frac{100}{3} = 33$ à 34 mètres, une température superficielle de 10°, et qu'à 13 mètres de profondeur (donnée de l'Observatoire de Juvisy) l'action de la chaleur atmosphérique n'a plus aucun effet.

Dans une atmosphère très sèche, un homme peut travailler quelque temps à 40 et même 45°, tandis qu'il s'épuise vite dans une atmosphère humide dont la température atteint 35°.

Il faut à un homme en repos et par heure 25 litres d'oxygène pour qu'il respire normalement et 40 litres quand il se livre à un effort musculaire important. Il faut donc à un ouvrier au travail environ 200 litres d'air par heure.

Une lampe en exige à peu près autant ; c'est donc 400 litres d'air par heure qu'il faut assurer à un ouvrier muni de sa lampe.

Pour produire un courant d'air capable de balayer en outre les gaz nuisibles et entraîner les produits viciés, il importe, suivant les cas, de régler l'aérage d'une mine à raison de 10 à 50 litres par ouvrier et par seconde avec vitesse moyenne de 0,40 à 1 mètre, et le triple par cheval.

On doit se préoccuper, pour décider la disposition générale des travaux d'une mine : du roulage jusqu'au point le plus bas, de la circulation de l'air et de l'assèchement des chantiers.

Il importe de ne laisser en dehors du courant d'air aucun chantier, ni aucune galerie de roulage, qui oblige à *subdiviser* le courant en plusieurs circuits partiels, au lieu de le conduire le long de toutes les parties les unes après les autres. La dépression décroît en raison inverse du cube du nombre des dérivations. Elle sera 8, 27, 64... fois moindre, si l'on a fractionné la circulation en 2, 3, 4... courants partiels.

On doit diviser l'exploitation en *quartiers indépendants*, afin qu'une fois l'atmosphère d'un quartier contaminée l'on puisse envoyer directement à l'extérieur cette masse d'air sans qu'elle parcoure d'autres chantiers. L'application de ce principe, si important pour les mines grisouteuses, est néanmoins très difficile.

A propos des machines d'aérage, nous avons fourni tous les éléments de calcul du travail à développer pour faire circuler ou engager dans une mine un volume q d'air, page 77 et suivantes.

M. Murgue a préconisé l'emploi de l'*aérage diagonal* en plaçant, lorsque rien ne s'y oppose, les puits d'entrée et de sortie aux deux points les plus éloignés du réseau de galeries, en vue d'en faire par-

courir l'ensemble au moyen d'un trajet moins compliqué que quand il faut ramener l'air presque au point de départ.

Quand il existe plusieurs puits, il vaut mieux n'avoir qu'un seul puits de sortie de l'air; si on en consacre deux par exemple à la sortie, il est à craindre que l'aérage ne devienne indécis dans certains quartiers.

Enfin, dans les mines grisouteuses, il faut assurer la *circulation ascensionnelle*, c'est-à-dire que l'air doit entrer par l'accrochage le plus profond et se promener toujours en montant et surtout on doit s'arranger de manière que le courant n'ait jamais à redescendre dès qu'il a traversé un quartier grisouteux.

Pour assurer la *distribution* de l'air, il faudra établir :

Des *barrages* isolant tous les *quartiers* de la mine qui ne réclament pas d'air frais ;

Des *portes* en nombre suffisant pour obliger l'air à parcourir le circuit voulu avant de revenir au puits de sortie d'air ;

Des *canards*, un *carnet d'aérage*, ou, lorsque les circonstances le permettront, un *massif de remblais*, pour obliger l'air à aller jusqu'à l'extrémité d'une *galerie* ou d'un *puits* en creusement dans le rocher ou dans le charbon massif ;

Enfin, dans les mines à grisou, des *remblais* aussi *serrés* et suivant le front de taille d'aussi près que possible, afin de faire *lécher* par l'air tous les points des chantiers, qui ne doivent présenter aucun cul-de-sac pouvant former *poche à grisou*. Ces chantiers seront, d'ailleurs, disposés de manière à ce que le *courant d'air* y soit toujours *ascensionnel*, c'est-à-dire que l'air arrivera au bas du champ d'exploitation et parcourra les tailles en montant pour gagner le retour d'air qui sera placé à la partie supérieure.

Pour *réduire* au minimum les *résistances* s'opposant à la circulation de l'air dans les travaux, on donnera aux galeries la *section la plus grande* possible eu égard à toutes les conditions de l'exploitation, et, pour *augmenter* cette section, qui est nécessairement très limitée, on devra, toutes les fois que les circonstances le permettront, *diviser le courant d'air* en le faisant circuler dans un ensemble de deux ou de trois galeries. Si, par exemple, on a à aérer un système de galeries en direction reliées par des voies montantes, on enverra l'air au front des tailles par l'ensemble des deux galeries inférieures, et l'on prendra pour retour d'air l'ensemble des deux galeries supérieures.

On parvient à *subdiviser* le *courant d'air général* en *courants partiels* entièrement distincts, aérant chacun un quartier différent de la mine, et de *volume réglé* pour chacun d'eux, au moyen de *portes à guichet mobile*, suivant l'importance du quartier desservi, sa nature plus ou moins grisouteuse et les conditions dans lesquelles il doit être exploité, ces courants partiels ne se réunissant que dans le puits de sortie d'air.

Ventilation par foyer. — Le foyer doit être établi :

1° De manière à agir dans la direction du courant d'air qui tend à s'établir naturellement dans les travaux en hiver ;

2° Au point du puits où vient déboucher le courant d'air après avoir circulé dans les travaux ;

3° S'il y a du grisou, en dessous de ce point, et à une distance suffisante (15 à 30 mètres) pour que les gaz n'arrivent dans le puits que parfaitement éteints, l'air qui alimente le foyer devant, dans ce cas, être pris en dehors des *quartiers à grisou*, et, si c'est nécessaire, à l'extérieur.

Les conditions de marche des foyers sont résumées par la formule suivante, qui donne la *dépression théorique* h , produite par un foyer établi à une *profondeur* H , et élevant de t à t' la *température* de l'air :

$$h = H \frac{\alpha(t' - t)}{1 + \alpha t}$$

Dans cette formule, $\alpha = 0,00366$, coefficient de dilatation de l'air.

Cette formule montre que :

L'effet des foyers croît avec la *profondeur* à laquelle il sont installés et l'écart des températures qu'ils produisent, mais dans une proportion de plus en plus petite à mesure que s'élève la température produite par le foyer.

Dans la pratique, l'élevation de température produite par les foyers ne dépasse pas, en général, 40°, et les *dépressions maxima* obtenues dans ces conditions croissent, comme l'indique le tableau ci-dessous, avec la *profondeur* à laquelle le foyer est établi dans le puits de sortie d'air :

Profondeur à laquelle est établi le foyer.	Dépression produite en millim. d'eau.	Profondeur à laquelle est établi le foyer.	Dépression produite en millim. d'eau
Mètres.	Millimètres.	Mètres.	Millimètres.
10	1,4	600	84,0
100	14,0	700	98,0
200	28,0	800	112,3
300	42,0	900	126,0
400	56,0	1.000	140,0
500	70,0	1.500	215,0

Ces dépressions représentent le *maximum d'effet* des foyers pour une *profondeur* donnée : les pertes de charge font qu'en réalité l'effet utile se tient bien au-dessous de ce maximum.

L'humidité du puits de sortie d'air amoindrit très notablement l'action du foyer.

Lorsque la *dépression à produire* pour faire circuler depuis l'orifice

Ventilation par foyer dans les houillères anglaises.

DÉSIGNATION des Houillères	QUANTITÉ DE GRISOU	DIAMÈTRE DU PUIS de sortie d'air	VOLUME D'AIR UTILISÉ Mètres cubes par seconde	PROFONDEUR à laquelle est établi le foyer	SECTION DU FOYER mèt. q.	CHARBON consommé par 24 heures	EXTRACTION par 24 heures en hectolitres	MÈTRES CUBES d'air fournis par seconde et par 1.000 hectol. extraits	OBSERVATIONS
Netherton	pas.....	2,40	mèt. c. »	mètres 60	4,46	3.200	7.600	»	Dans ces différentes mines, la section des voies est considérable, elle peut être estimée en moyenne à : 8 à 9 ^m , 00 carrés pour les galeries principales et plans inclinés ; 5 à 6 mètres pour les galeries secondaires et voies de retour.
West-Slekburn..	très peu.	2,70	14	210	5,02	2.000	13.300	1,05	
North-Seaton ..	—	3,10	42	219	5,58	6.600	14.000	3,00	
Cowper Hartley..	peu.....	3,60	33	180	»	2.500	10.000	3,30	
Seaton Delaval..	—	2,40	40	183	»	»	14.000	2,80	
Willingworth... Burradon.....	—	» 3,05	19 11	208	»	»	8.700	2,20	
Townley	—	2,70	9	87	»	»	4.400	2,10	
Hebburn	beaucoup	3,66	33	»	»	»	»	»	
Harton-Hilda... Ryhope.....	—	3,66 »	46 42	274 464	8,94 7,42	3.000 4.000	19.000 22.900	2,40 1,80	
Hetton	—	4,27	88	274	20,28	19.600	14.000	6,30	
Eppleton	—	3,35	72	318	14,60	10.000	14.000	5,10	
Elemore.....	—	2,64	37	237	10,04	8.500	10.000	3,70	
Waldridge	—	»	22	135	»	»	7.400	3,00	
Pelton	—	2,75	32	95	»	4.000	6.700	4,80	
Oaks.....	—	3,28	67	261	4,70	7.000	8.500	7,90	
Lundhill	—	»	28	»	»	»	»	»	
Middle-Dunfryn..	—	»	13	»	»	»	»	»	

d'entrée jusqu'au foyer le volume d'air exigé par les travaux est égale au poids d'une colonne d'air à la température ordinaire ayant pour hauteur la profondeur du puits de sortie, *les foyers cessent de produire aucun effet*. Or, on sait qu'à la température de 10°, qui peut être admise comme la température moyenne de l'air dans les puits d'entrée d'air, le poids de la colonne d'air contenu dans un puits est de 1^{kg},252 par mètre carré de section et mètre courant de profondeur.

On trouvera, dans le tableau précédent, quelques données intéressantes sur les conditions dans lesquelles fonctionne la ventilation par foyer dans un certain nombre de grandes houillères anglaises. (Voir p. 277.)

Grisou. — *Caractères de sa présence.* — Le grisou, mélangé en proportions variables d'hydrogène protocarboné et d'hydrogène bicarboné, de densité inférieure à celle de l'air ne rend l'atmosphère *irrespirable*, qu'autant qu'il est en proportion suffisante pour réduire à moins de 15 0/0 la proportion d'oxygène; mais il rend l'atmosphère *inflammable* dès qu'elle en contient 8 0/0, et *explosive* dès qu'elle en contient 12 0/0.

Le grisou *marque*, dans la *lampe de sûreté*, dès qu'il y en a 3 à 4 0/0, et, en élevant lentement la lampe dans un chantier à grisou, en prenant soin de cacher à l'œil, à l'aide du doigt, la partie la plus brillante de la flamme, on observera, à l'intérieur du treillis, les phénomènes suivants, à mesure que croîtra la proportion de grisou :

Flamme très allongée, auréole très épanouie à.....	6 0/0
Propagation lente de la flamme dans toute la masse comprise à l'intérieur du treillis, à.....	7 ou 8 —
Propagation instantanée de la flamme et explosion d'énergie <i>maxima</i> , à.....	12 ou 14 —
Même phénomène qu'à 6 0/0, à.....	20 —
La lampe s'éteint à.....	30 —

Les différents indicateurs de grisou. — La lampe de sûreté, la lampe à benzine particulièrement, est l'indicateur instantané de grisou de beaucoup le plus employé. Elle n'offre cependant jamais une sécurité complète, et, placée entre des mains inattentives ou inexpérimentées, elle a provoqué déjà quelques explosions de grisou.

La lampe électrique, bien construite, semble plus sûre, mais elle a le grave inconvénient de ne pas déceler le grisou. On a cherché à réaliser des indicateurs de grisou et ces appareils peuvent être classés en neuf groupes :

1° Appareils qui utilisent la faculté d'absorption du grisou par la mousse de platine;

2° Appareils où les gaz sont décelés par diffusion;

3° Appareils qui utilisent les variations de chaleur d'une flamme en atmosphère grisouteuse;

4° Appareils basés sur les variations du poids spécifique de l'air grisouteux;

5° Appareils qui utilisent la faculté d'explosion du mélange grisouteux ;

6° Appareils basés sur un principe acoustique ;

7° Appareils utilisant la variation de volume d'un mélange grisouteux après qu'on y a brûlé le grisou ;

8° Appareils basés sur les variations d'éclairement d'une source lumineuse ;

9° Appareils utilisant d'autres principes ou d'autres réactions.

Arrêté relatif à l'emploi des lampes de sûreté. — L'article 146 du règlement général de 1911 sur l'exploitation des mines de combustibles stipule que « les lampes de sûreté doivent être conformes à un des types agréés par le ministre des Travaux publics ». Un arrêté du 23 février 1912 indique la liste des lampes de sûreté agréées par le ministre. Ce sont les suivantes :

A. — Lampes de sûreté à flamme.

- 1° Lampe Marsaut, à huile ;
- 2° Lampe Fumat, à huile, modèle 1895 ;
- 3° Lampe Fumat, modèle G. C. ;
- 4° Lampe Fumat, modèle 1903 ;
- 5° Lampe Thomas Grey ;
- 6° Lampe Marsaut, à essence ;
- 7° Lampe Fumat, à essence, modèle 1895 ;
- 8° Lampe Fumat, à essence, modèle 1906 ;
- 9° Lampe Wolff, à alimentation inférieure ;
- 10° Lampe d'Arras ;
- 11° Lampe Muller.

B. — Lampes de sûreté électriques.

- 1° Lampe Cotté (Catrice, constructeur) ;
- 2° Lampe Lux (Mallet, constructeur) ;
- 3° Lampe universelle (Mallet, constructeur) ;
- 4° Lampe Trin ;
- 5° Lampe H. Jorris.

Arrêté relatif à l'emploi des indicateurs de grisou. — L'article 139 du décret du 13 août 1911 sur l'exploitation des mines de combustibles dit : « La teneur en grisou des retours d'air est relevée quotidiennement dans les mines franchement grisouteuses et au moins une fois par semaine dans les mines faiblement grisouteuses au moyen d'un indicateur donnant des résultats immédiats. Ces résultats sont contrôlés au moins une fois par mois au moyen d'un appareil de dosage. Les teneurs en grisou sont consignées à leur date sur le registre d'aérage. Les indicateurs sont d'un type agréé par le ministre des Travaux publics.

Un arrêté du 23 février 1912 a agréé, pour être employés dans les

mines grisouteuses, les indicateurs de grisou conformes au type connu sous le nom de lampe Chesneau.

Dégagements instantanés de gaz acide carbonique. — Un certain nombre de mines de houille du Centre de la France ont à lutter contre un danger aussi grave que le grisou ou les poussières de charbon : celui des dégagements instantanés d'acide carbonique ; ces dégagements prennent, depuis quelques années, une extension de plus en plus considérable.

Voilà dix ans, il n'y avait encore en France qu'une mine qui y fût véritablement sujette, la mine de Rochebelle (puits Fontanes), dans le département du Gard ; quelques dégagements s'étaient bien aussi produits dans le bassin de Brassac (départements du Puy-de-Dôme et de la Haute-Loire), mais ils avaient été peu nombreux et relativement peu importants. Aujourd'hui, l'une des mines de Brassac, la mine du « Grosménil », a des dégagements aussi violents qu'à Fontanes ; il s'en est produit d'autres, tout à fait comparables, dans le bassin complètement différent constitué par la trainée houillère qui traverse du nord au sud le Plateau Central français entre Decize et Champagnac ; enfin, dans le Gard, les dégagements se sont multipliés et ont atteint non seulement les mines de Rochebelle et du nord d'Alès, qui exploitent le prolongement des couches de Fontanes, mais encore des mines exploitant des couches toutes différentes à l'autre extrémité du bassin dans la concession de Tréllys. Les dégagements du nord d'Alès surtout sont formidables ; celui du 6 juillet 1907 n'a pas projeté moins de 4.000 tonnes de déblais, dont 1.000 au jour ; l'acide a envahi pendant plusieurs heures tout le carreau de la mine, tuant 3 ouvriers à l'extérieur et provoquant des commencements d'asphyxie dans un rayon de plusieurs centaines de mètres autour du puits.

Le seul moyen pratique, actuellement connu, de lutter contre le danger des dégagements instantanés d'acide carbonique, consiste à interdire tout abatage au pic, et à n'obtenir l'avancement qu'au moyen de très fortes charges d'explosifs, tirées à l'électricité d'un point suffisamment éloigné ; sauf dans des cas très particuliers, le tirage se fait du jour, entre les postes, une fois tout le personnel sorti de la mine.

Jusqu'ici, partout où ces précautions ont été convenablement prises, elles ont pu, abstraction faite de l'accident du 6 juillet 1907 au Nord d'Alès, éviter tout accident de personne ; mais il est indispensable d'employer des charges d'explosifs considérables, déterminant un violent ébranlement du massif, et de répartir sur toute l'étendue du chantier les coups de mine d'une même volée ; sans quoi un dégagement peut se produire inopinément pendant la pose et entraîner les conséquences les plus graves.

V. — PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINÉRAIS

La préparation mécanique comprend l'ensemble des manipulations qui ont pour but de transformer le tout-venant sortant de la mine en produits métallurgiques ou marchands sans modifier la nature chimique de la substance minérale extraite du gîte minier.

On grille bien parfois certains sulfures pour les transformer en des corps paramagnétiques et on calcine aussi certains carbonates (sidérose, calamine, etc.), mais ce sont là des cas tout à fait exceptionnels. On s'est borné, pendant longtemps, à mettre à part un minerai quelconque (blende, galène, chalcoppyrite, etc.), et à rejeter sa gangue. La préparation mécanique moderne se trouve en présence d'exigences nouvelles : elle doit aboutir à isoler de matières hétérogènes (*minerais complexes*) les divers minéraux constituants tels que la métallurgie les réclame, c'est-à-dire débarrassés des éléments particulièrement nuisibles aux opérations métallurgiques subséquentes ; elle doit permettre d'extirper, d'autre part, à *peu de frais*, les particules de matières minérales (*minerais à basses teneurs*) disséminées dans une grande masse de matières pierreuses stériles pour qu'on puisse les concentrer dans un produit riche qui ne peut être obtenu qu'en élaborant et manipulant des quantités énormes de matériaux naturels-pauvres (mines porphyriques de cuivre, conglomérats aurifères, granulites stannifères, etc.).

Le but de toute préparation mécanique est de détruire, pour pouvoir séparer ensuite, l'un après l'autre, les divers éléments minéraux entremêlés dans une pierre (gangue) à rejeter.

Les opérations nécessaires pour atteindre ce but, assez compliquées en apparence, se réduisent cependant à un nombre limité de manipulations déterminées assez simples. Elles consistent, au fond, à amener les différents morceaux, de quelque dimension qu'ils soient, les plus gros comme les plus petits, à un état tel qu'ils ne contiennent plus que *l'un des minerais individuels* entrant dans le mélange hétérogène avec, en plus, très peu de gangue et aussi peu que possible de minerai étranger. La proportion de minerai étranger ne doit pas dépasser celle supportée et admise par l'usine qui traite le minerai

principal (voir « formules d'achats » dans notre traité d'*Ateliers modernes de Préparation mécanique*).

Cette séparation sera évidemment d'autant plus difficile que les différents minéraux seront plus intimement enchevêtrés parce que, dans ce cas, l'on sera conduit fatalement à broyer en fragments minuscules.

Un atelier de préparation mécanique complet comprendra donc :

- 1° Un atelier de travail des gros ;
- 2° Un atelier de travail des grenailles ;
- 3° Un atelier de travail des boues ou des fines (travail à sec) ;
- 4° Un atelier de travail des eaux résiduaires ou des poussières (travail à sec).

On trouvera une description détaillée de ces usines dans l'ouvrage : *Ateliers modernes de préparation mécanique*, de ROUX-BRABIC. Dunod, éditeur.

Séparateurs électro-magnétiques. — La perméabilité magnétique est une propriété inhérente à presque tous les minéraux ; rien d'étonnant alors qu'elle ait été choisie pour diversifier les minerais et invoquée, par conséquent, pour les séparer les uns des autres. Il fallait ainsi s'attendre à ce que l'application de l'influence variable de l'induction magnétique sur les divers minerais devienne un des chapitres importants de la « préparation mécanique ».

Principe général de la séparation électro-magnétique. — Tous les procédés de séparation électro-magnétique consistent à amener les particules hétérogènes dans un champ magnétique d'intensité déterminée. Chaque particule est soumise au jeu combiné de l'attraction magnétique et de la pesanteur. La force attractive F à laquelle les particules sont soumises, en entrant dans le champ, est :

$$F = \frac{SB^2}{8\pi}$$

S , surface de contact en centimètres carrés ;

B , induction exprimée en « gauss ».

Cette force F est absolument dépendante de la perméabilité (voir *Les ateliers modernes de préparation mécanique des minerais*, Roux-Brabic). Comme les deux pôles de l'électro-aimant agissent sur la particule, l'attraction résultante, d'après la loi de Coulomb, sera :

$$K\mu\mu' \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{r'^2} \right),$$

μ et μ' étant respectivement les intensités ou masses magnétiques des

pôles de l'électro-aimant et de la particule; r et r' étant les distances respectives de la particule à chacun des pôles de l'électro-aimant. Pour accroître le plus possible cette force attractive, il faut que μ et μ' soient le plus grands possible et que la différence $\frac{1}{r^2} - \frac{1}{r'^2}$ soit pareillement aussi grande que possible. Cette dernière condition conduira à ce que la distance de la masse μ' à l'un des pôles soit très petite.

On démontre que cette double condition, pour accroître le plus possible la force attractive, peut être réalisée avec un entrefer réduit.

De plus, la vitesse de charriage des particules en face des pôles n'est pas indifférente et la durée du séjour des particules dans l'entrefer intervient comme facteur important. L'attraction magnétique devant dévier les particules magnétiques des trajectoires que leur ferait parcourir la vitesse acquise, il faut que le mouvement de charriage soit proportionné à la perméabilité du minerai à traiter et à l'intensité du champ employé.

En résumé, les divers facteurs intervenant dans la séparation électro-magnétique sont :

La différence de perméabilité des particules composant le minerai hétérogène;

La grosseur des particules;

L'induction de l'entrefer (puissance du champ), fonction de l'électro-aimant et de son excitation (ampères-tours);

La distance des particules aux pôles;

La vitesse de translation de la nappe de particules sur la courroie transporteuse dans l'entrefer.

Nous distinguerons :

A) Séparateurs à aimants permanents :

a) A aimants nus : *Chénol, Vavin, Basse et Selve, Warner Siemens, etc.*

b) A aimants enveloppés.

B) Séparateurs à électro-aimants fixes :

c) Dans lesquels le minerai magnétique est enlevé de la masse et transporté hors du champ par des bandes ou tout autre organe de translation;

d) Dans lesquels l'attraction n'exerce qu'une déviation de la trajectoire en chute libre des particules influencées;

e) Dans lesquels les deux actions *a* et *b* s'exercent concurremment.

C) Séparateurs à électro-aimants mobiles :

f) A action intermittente;

g) A action continue.

D) Séparateurs à champ tournant :

Les séparateurs les plus employés sont du type *Witherill, Witherill-Rowland, Hnowles, Mechernich, Bader-Lenicque, Knut, Erikson, Ullrich, etc.*

Séparateurs électro-statiques. — De même que la séparation

fondée sur la différence de perméabilité ou de susceptibilité magnétique des diverses substances vient en aide à la séparation difficile, incomplète et inefficace basée sur la différence de densité des substances dans l'eau et vient suppléer ce procédé de séparation quand les substances à séparer ont des densités presque identiques, de même la séparation électro-statique, fondée sur la manière dont se comportent, à l'électrisation, les divers minerais suivant qu'ils sont bons ou mauvais conducteurs, s'appliquera aux minerais dépourvus de toute susceptibilité magnétique et qui, de plus, ont des densités voisines. C'est le cas, par exemple, de la pyrite de fer et de la chalcoppyrite ou bien encore du cuivre gris et de la blende qui se trouvent associés dans des complexes assez répandus.

Nous possédons actuellement deux voies différentes pour effectuer le triage électro-statique : l'une a été indiquée, dès 1901, par le professeur Blake, de Kansas, et MM. *Morscher et Swarte*, de Denver ; l'autre a été préconisée, un an plus tard, par M. *Négreau*, professeur à Bucarest. Le procédé Blake est fondé sur le phénomène d'électrisation par influence, celui de M. Négreau sur l'électrisation directe par frottement.

Séparation par flottage. — Certaines associations d'un sulfure et d'un oxyde métallique ou pierreux ne sont en général efficacement détruites que par l'emploi des procédés de séparation par flottage. Nous citerons entre autres les associations naturelles fréquentes de chalcoppyrite, magnétite ; pyrite et barytine ; chalcoppyrite et sidérose ; blende et barytine ; cuivre sulfuré et cassitérite ; galène, blende, pyrite et gangues lourdes.

Il est constaté que l'huile, certaines lessives acides et émulsions gazeuses, mélangées à une eau tenant en suspension des particules hétérogènes, exercent une action sélective sur les sulfures ; les particules sulfureuses sont happées par les gouttelettes ou les bulles ascendantes ; hissées et rassemblées en une sorte d'écume flottante, à la surface de l'eau, tandis que les particules d'oxydes métalliques ou pierreux gagnent le fond de l'eau. En écrémant la surface de l'eau, on récolte aisément les sulfures seuls.

Importance économique du flottage. — Bien qu'appliqué seulement jusqu'à ce jour aux minerais sulfurés, le flottage constitue déjà une véritable révolution dans la pratique de la préparation mécanique des minerais. Grâce à son emploi, on a pu parvenir à extraire la presque totalité des sulfures contenus dans une foule de minerais trop complexes ou trop pauvres pour en permettre l'enrichissement économique par les anciens procédés de préparation ; il a permis également de récupérer les sulfures abandonnés, en proportion notable, dans nombre de haldes de déchets. C'est ainsi, par exemple, que à Broken Hill (Australie) 6 millions de tonnes de déchets ont été

déjà traités dont on a pu récupérer la presque totalité du zinc et 75 0/0 du plomb et de l'argent encore contenu.

Si le flottage a apporté un grand secours aux mines du complexe plomb et zinc, il a rendu de plus grands services encore dans les mines à complexe cuivreux.

Sans l'application de la méthode de séparation par flottage, les États-Unis n'auraient pu, pendant la guerre, augmenter leur production en minerais de zinc, comme ils ont fait :

1913.....	655.330 tonnes
1914.....	768.000 —
1915.....	1.014.900 —
1916.....	1.267.400 —

La production de zinc, résultant des minerais traités par flottage, s'y est élevée à 46.000 tonnes en 1914 et à 110.000 tonnes en 1915.

Le flottage permet couramment de retirer jusqu'à 96 0/0 du cuivre de minerais à teneur inférieure à 1 0/0 en ne laissant que des déchets à 0,1 0/0.

C'est aux États-Unis surtout que le flottage a pris un grand développement dans les districts producteurs de cuivre.

La société « Minerals Separation Co Ltd » de Londres, qui est représentée, en France, par la société « Minerais et métaux », poursuit les applications de ce procédé.

Un bon appareil de flottage doit assurer le contact intime, dans le milieu liquide, des bulles d'air et des particules, puis permettre aux bulles accolées aux particules de grimper à la surface.

Dans la « M. S. Standard type Machine » que représentent les figures 71 et 72 on reconnaît deux parties principales : la boîte d'agitation et la caisse pointue (spitzkasten de dimensions réduites) acco-

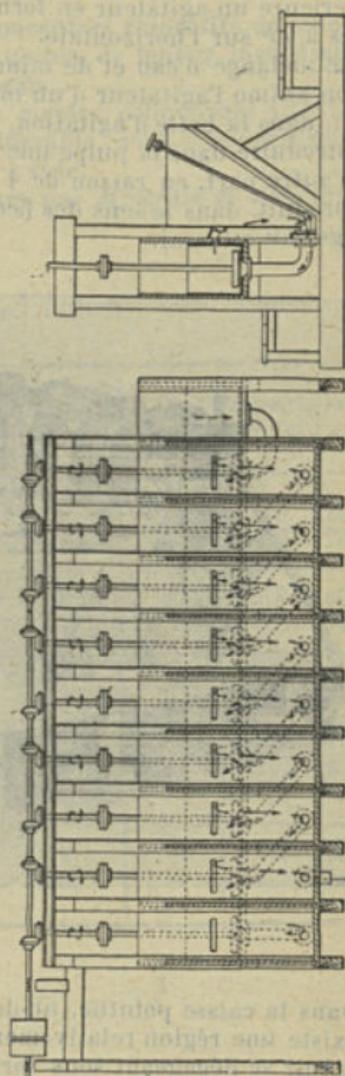


Fig. 71.

les l'une à l'autre et communiquant à la partie inférieure par un tuyau, à la partie supérieure par une fente pratiquée dans la cloison commune.

Dans la boîte d'agitation plonge un arbre vertical portant à sa partie inférieure un agitateur en forme de croix, dont les pales sont inclinées à 45° sur l'horizontale.

Le mélange d'eau et de minerai étant introduit dans l'appareil, si on anime l'agitateur d'un mouvement rapide de rotation, il se produit, dans la boîte d'agitation, des remous violents, qui ont pour effet d'introduire dans la pulpe une certaine quantité d'air.

D'autre part, en raison de l'inclinaison des pales de l'agitateur, il se produit, dans le sens des flèches, une circulation continue du mélange eau-minerai.

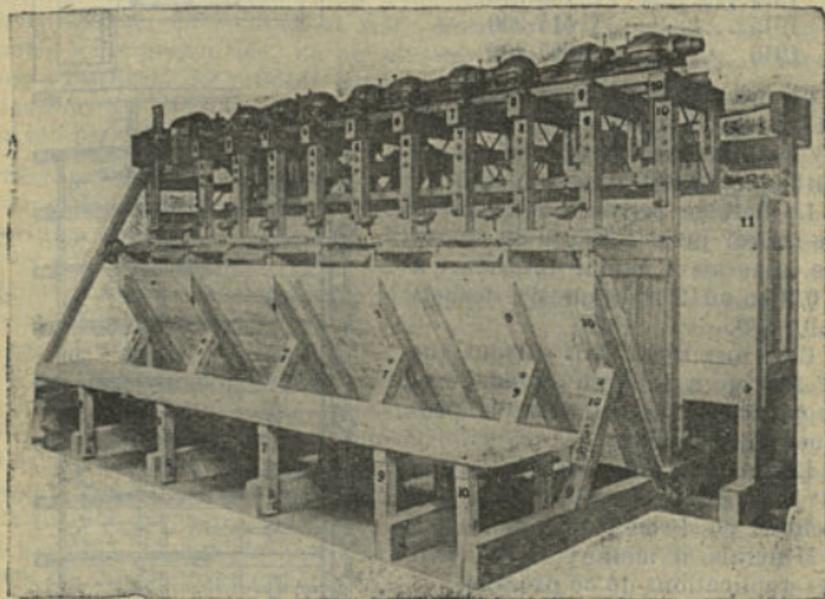


FIG. 72.

Dans la caisse pointue, au-dessus de la fente de communication, il existe une région relativement tranquille. C'est dans cette région que l'air se dégageant sous forme de bulles qui s'attachent aux particules tend à former l'écume minéralisée que des palettes renvoient dans une rigole inclinée et qu'un faible courant d'eau entraîne.

On construit des appareils de plusieurs unités (2 à 10) accolées. La

circulation de la pulpe se fait d'une caisse pointue de l'unité 1 à la boîte d'agitation de l'unité suivante 2 de façon à ce que s'établisse une circulation continue depuis la première boîte d'agitation où se fait l'alimentation jusqu'à la dernière caisse pointue où se fait l'évacuation des résidus.

Les diverses unités produisent des concentrés respectifs de teneurs différentes. Tous ceux des dernières unités, de teneur insuffisante, repassent en traitement pour être enrichis.

Les écumes recueillies à l'issue des rigoles collectrices inclinées contiennent une proportion d'eau considérable, dont il importe de les débarrasser à l'aide de filtres continus à vide.

Voici quelques résultats communiqués par *Minerais et métaux* sur divers charbons et minerais.

Charbons.

		ORIGINAL	1 ^{er} concentré	2 ^e concentré	Concentrés cumulés	RÉS- DUS
Charbon à coke tout venant:	Poids 0/0	100	62,7	13,2	75,9	24,1
	Cendres 0/0	24,2	3,4	14,5	5,2	78,5
Charbon non coké- fiant tout venant.	Poids 0/0	100	41	28,6	69,8	30,2
	Cendres 0/0	21,8	6,0	9,1	7,3	74,4
Schlamm	Poids 0/0	100	44,2	—	44,2	55,8
	Cendres 0/0	47	8,25	—	8,25	78,2
Schistes de lavage.	Poids 0/0	100	32,2	—	32,2	67,8
	Cendres 0/0	61,2	10,1	—	10,1	83,3
Schistes de terril..	Poids 0/0	100	14,5	—	14,5	85,5
	Cendres 0/0	76	13,5	—	13,5	86,6

Minerais.

MINERAIS		ORIGINAL	1 ^{er} concentré	2 ^e concentré	Concentré cumulé	RÉSI- DUS
Galène gangue calcaire.....	Poids	1,000	120	92,5	212,5	787,5
	Pb 0/0	13,3	71,3	47,0	60,0	0,54
	Récup. Pb	—	64,1	32,6	96,7	3,3
Galène gangue calcaire et micaschiste.....	Poids	1,000	82,5	105	187,5	812,5
	Pb 0/0	7,6	65,4	19,7	39,8	0,15
	Récup. Pb	—	71,2	27,3	98,5	1,5
Blende et galène gangue calcaire.	Poids	1,000	200	—	200	800
	Pb 0/0	4,35	21,4	—	21,4	0,04
	Zn 0/0	7,0	32,0	—	32,0	0,8
	Récup. Pb	—	98,7	—	98,7	1,3
— Zn	—	91,4	—	91,4	8,6	
Blende et galène gangue barytique.....	Poids	1,000	187,5	87,5	275	725
	Pb 0/0	2,5	10,0	3,8	8,0	0,46
	Zn 0/0	11,1	38,9	36,6	38,2	0,54
	Récup. Pb	—	75,3	13,0	88,3	11,7
— Zn	—	65,7	28,9	94,6	5,4	
Blende pyrite et galène gangue quartzeuse.....	Poids	1,000	447,5	—	447,5	552,5
	Pb 0/0	14,8	31,3	—	31,3	1,4
	Zn 0/0	14,7	31,9	—	31,9	0,70
	Récup. Pb	—	94,8	—	94,8	5,2
— Zn	—	97,4	—	97,4	2,6	
Chalcopryrite gangue quartz et calcaire.....	Poids	1,000	100	—	100	900
	Cu 0/0	3,0	29,0	—	29,0	0,10
	Récup. Cu	—	97,0	—	97,0	3,0
Chalcopryrite et cuivre gris gangue calcaire et schiste.....	Poids	1,000	87,5	—	87,5	912,5
	Cu 0/0	2,6	28,4	—	28,4	0,12
	Ag 0/0	0,670	7,383	—	7,383	0,024
	Récup. Cu	—	95,8	—	95,8	4,2
— Ag	—	96,5	—	96,5	3,5	

VI. — PRÉPARATION MÉCANIQUE DES CHARBONS

Le calibrage et le triage des charbons se font ordinairement aux abords des puits d'extraction. Le conditionnement est dicté, suivant les districts houillers, par les exigences des marchés et les coutumes locales.

L'énorme tonnage sur lequel on opère impose l'emploi d'appareils de manutention et d'élaboration simples, puissants, peu nombreux; à fonctionnement automatique, de nature à ne pas brutaliser le charbon. Lorsque celui-ci devient *mourreux*, la question des *limons* prend une importance particulière. Le lavoir *Marsaut*, à grille mobile, en supprimant la succion inévitable dans les bacs à piston, lave particulièrement bien les charbons poussiéreux et friables.

Le lavoir à feldspath a longtemps prédominé dans les ateliers des houillères, ainsi que la méthode *Luhrig et Coppée* appliquée au traitement des morceaux inférieurs à 10 millimètres. Elle repose sur la combinaison d'un classement volumétrique avec emploi de *spitzkasten* et de lavoirs à feldspath. Chacun de ces derniers traite, à part, le produit de l'une des caisses pointues. Les eaux résiduelles limoneuses sont clarifiées et quand elles sont dépouillées, elles repassent sur les appareils. La course du piston est très faible (2 à 15 millimètres), mais le nombre des coups peut s'élever jusqu'à 200 par minute.

Pour obtenir un coke de première qualité (90/0 de cendre au maximum), les fines ne doivent pas dépasser 70/0 avec du charbon gras et 60/0 avec du charbon à gaz. Le lavage du charbon à gaz est donc particulièrement difficile, d'autant plus qu'il est en général moins pur et contient souvent des schistes qui se délayent et augmentent la proportion de boues.

Le plus souvent on ne peut obtenir la pureté désirée par un seul lavage et l'on doit passer les produits dans deux lavoirs. On peut opérer de trois façons différentes :

1^o Par un deuxième lavage des fines, on traite toutes les fines que le lavage principal n'a pas ramenées à une pureté suffisante, mais seulement à 9 ou 10 0/0 de cendres ;

2^o Avec le deuxième lavage des schistes fins, le lavage principal donne des fines suffisamment pures; mais, pour y arriver, il a laissé partir, avec les schistes, une quantité importante de charbon; ce charbon est repris par le deuxième lavage ;

3^o Enfin, dans le deuxième lavage des schistes gros, il s'agit de rendre utilisables les intermédiaires.

COURBES DE LAVABILITÉ

La teneur en matières incombustibles d'un charbon paraît être en relation très étroite avec sa densité.

Cette constatation a conduit à tracer ce qu'on appelle actuellement la *courbe de lavabilité* d'un charbon. La construction de ces courbes est basée sur des faits d'expérience et sur des données résultant d'un classement par minces couches étalées sur le tamis d'un petit bac de lavage à pulsation d'eau.

La construction et l'étude, qui se généralisent de plus en plus, des courbes de lavabilité des charbons s'imposent avant le traitement d'un charbon donné. Proposée, pour la première fois, en 1903, par M. Charvet, perfectionnée depuis par d'autres ingénieurs, notamment par M. Henry, au Congrès de Liège en 1905 et M. Hanappe en 1910, tout récemment étendue, grâce à l'emploi de procédés graphiques par M. Moreau, ingénieur aux mines de Blanzv, cette méthode donne toutes facilités pour étudier, sous toutes ses faces, le problème de la lavabilité d'un charbon.

On procédait autrefois à l'étude préalable d'un charbon à laver en expérimentant dans un tube portant un tamis fixé à son bout inférieur et on provoquait l'afflux d'eau par dessous le tamis en pressant sur une poire de façon à comprimer l'air dans un vase communiquant formant cloche.

Cet appareil de laboratoire, se rapprochant des appareils de lavage industriel, opère, pour une grosseur donnée, la répartition des couches de charbon dans une éprouvette comme elles le seraient dans un bac à piston, et l'analyse des diverses tranches du charbon ainsi classé permet de tracer trois courbes donnant, pour le charbon étudié, en fonction de la position d'une tranche dans le lit de lavage, les teneurs en cendres de cette tranche, de la moyenne des tranches supérieures et de la moyenne des tranches inférieures; on avait ainsi la courbe des teneurs élémentaires et les deux courbes caractéristiques des charbons lavés et des déchets. On préfère opérer différemment aujourd'hui.

On évalue soit la densité respective de chaque couche distincte, soit la teneur en cendres des éléments constituant chacune de ces couches superposées.

Pour étudier ainsi un charbon on procède d'abord à l'échantillonnage. A cet effet, on prélève 20 à 30 kilogrammes du contenu de chaque berline à la sortie du puits d'extraction que l'on passe au tamis à maille de 10 millimètres. Le 0-10 millimètres est séché à l'étuve, pesé et séparé en 0-0,5 et 0,5-10. Le 0-0,5 n'étant pas traitable au bac est mis à part; on détermine son pourcentage dans le tout-venant et on mesure sa teneur en cendres.

Courbes de lavabilité par la méthode de densité. — Pour obtenir actuellement les courbes de lavabilité, on immerge le charbon à étudier dans un liquide dont on peut aisément faire varier la densité par mélange, en proportion variable, avec un autre liquide. On a recours au chlorure de zinc parce qu'il est pratiquement neutre et qu'à l'encontre de l'acide sulfurique, il est sans action sur les pierres unies au charbon.

On peut le fabriquer aisément dans le laboratoire le moins bien outillé. Les limites pratiques entre lesquelles on l'utilise varient de 30-70° Baumé. On s'est aussi servi du tétrachlorure de carbone.

Au cas où l'on désire une plus grande précision dans la séparation des particules les plus lourdes, on peut recourir à un liquide plus dense, tel que le bromoforme, par exemple.

Ces divers liquides, dilués avec des proportions convenables d'eau ou de benzine, peuvent donner des solutions de densité 1,2; 1,3; 1,4; 1,5 et 1,6.

L'échantillon à étudier est versé dans la solution de densité 1,2. On recueille séparément la fraction qui surnage et celle qui chute au fond.

On pèse, après dessiccation, la partie légère et on détermine la teneur en cendres par kilogramme du poids trouvé.

La partie lourde, après dessiccation, est versée dans la solution de densité 1,3. On sépare en deux fractions, légère et lourde, et on continue, comme pour le premier lot, jusqu'à ce qu'on ait opéré six partages successifs de la prise d'essai initiale.

Sur une feuille de papier quadrillé on prend un nombre de division tel que AB comme représentant le poids total des prélèvements et on porte à partir de A, le poids de la première fraction, puis de la deuxième et ainsi de suite. Au milieu de la distance qui représente le poids de chaque fraction, on trace par une longueur à échelle déterminée et telle, par exemple, que 200 divisions du quadrillage représentent 100 pour 100, le pourcentage en cendres. En joignant tous les points obtenus, on obtient la courbe des teneurs en cendres de chaque prélèvement partiel.

On redivise ensuite la longueur AB en dix parties égales et on a un fractionnement en autant de parties égales.

Ainsi, on porte en ordonnées décroissantes, entre A et B, des longueurs représentant chacune l'un des poids P, P, \dots, P des six lots prélevés de couche surnageante respectivement dans les six solutions de densités respectives 1,2; 1,3; ..., ..., 1,6 et en abscisses croissantes sur une horizontale partant du milieu des longueurs précédentes les pourcentages de cendre p_1, p_2, \dots, p_6 de chacun des six lots; puis, on joint les points p_1, p_2, \dots, p_6 et on a ainsi une courbe qui est ce qu'on appelle la courbe de lavabilité du charbon envisagé.

L'aspect d'une telle courbe, telle que celle qui affecte le tracé

CHKLD de la figure 73, permet de se rendre compte de la plus ou moins grande facilité de lavage d'un charbon. Si cette courbe, comme

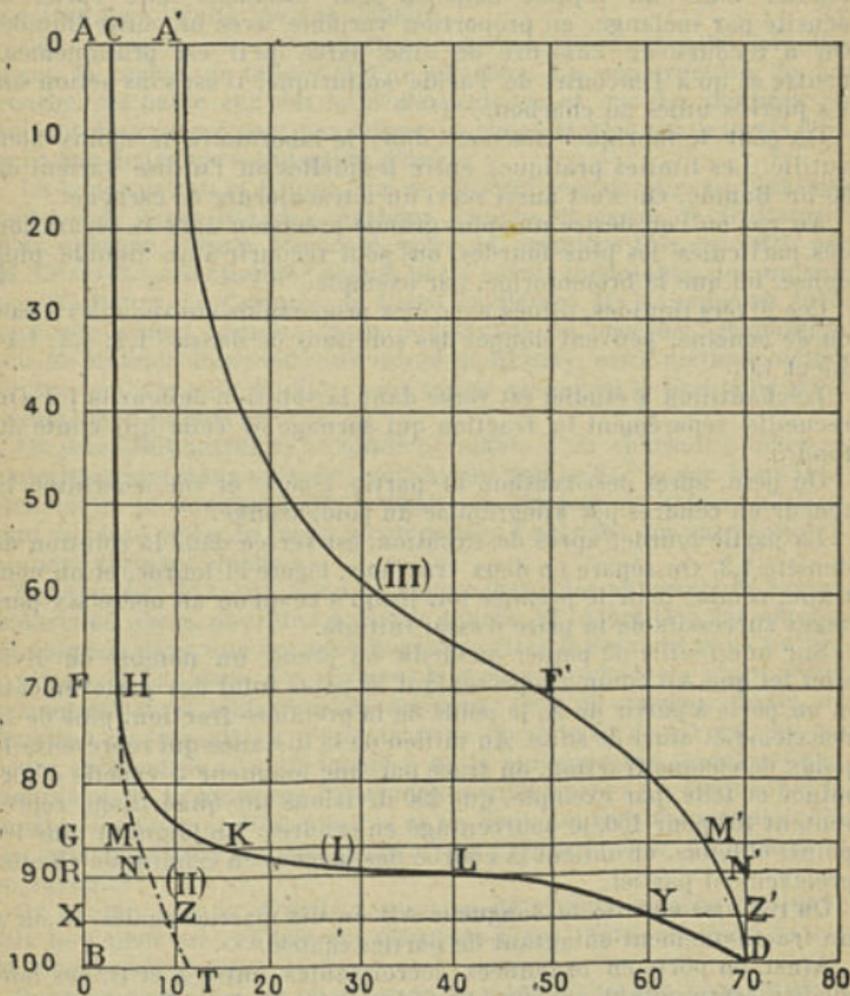


FIG. 73.

- I Cendres instantanées ;
- II Charbons lavés ;
- III Schistes.

celle de notre tracé, est formée de deux parties nettement distinctes, on peut conclure que le charbon auquel elle se réfère sera facile à

épierré; il sera aisé d'en éliminer les schistes. Une courbe d'inclinaison régulière indique un charbon riche en mixtes et, par suite, difficile à enrichir par lavage. On peut très approximativement apprécier, d'après ces sortes de courbes, la teneur en cendres, soit du charbon lavé, soit des schistes éliminés par le lavoir et, en ce qui concerne ces schistes, s'il y a intérêt à les soumettre à un second lavage.

La teneur en cendres du charbon lavé est égale à la moyenne des teneurs de l'ensemble des lots. On peut déterminer cette moyenne d'après les considérations suivantes. Arrêtons-nous, par exemple, au point H de la courbe qui correspond au poids de charbon représenté par la longueur AF et dont la teneur en cendres de toute la masse est uniformément de 3 0/0. La longueur AF multipliée par la largeur AC donne la quantité totale de cendres contenue dans la masse de charbon ainsi définie. Ce produit $AF \times AC$ représente la surface délimitée par le contour ACHF. Par analogie, la surface délimitée par le contour FHKG représente la dose de cendres contenue dans le poids de charbon représenté par la longueur $FG = AG - AF$.

La surface ACKG figure les cendres contenues dans le poids AG de charbon. Par suite le quotient de cette surface par la hauteur GK détermine un point tel que M et la longueur GM représente la teneur moyenne en cendres de la masse de charbon de poids AG.

Le quotient de la surface ACHKLR par la hauteur LR détermine le point N, et la teneur moyenne de la masse du poids AR de charbon lavé sera RN.

En somme, pour avoir la teneur moyenne en cendres de chaque masse de charbon d'un point quelconque figuré en ordonnée, on mène une horizontale par le point d'ordonnée représentative du poids de charbon envisagé telle que XY; on fait le quotient de la surface de contour ACYX par la longueur XY, ce qui donne le point Z.

La courbe HMZT ainsi déterminée point par point est appelée la *caractéristique du charbon lavé*.

La longueur BT est la teneur en cendres de la masse totale du charbon brut débarrassé de son poussier.

Par analogie, la teneur en cendres des schistes carbonneux se déterminera en calculant les largeurs moyennes de la surface délimitée par le contour DYLRHCABD en montant.

Par exemple, le quotient de la surface BDLR par la longueur LR détermine une largeur N' qui représente la teneur moyenne en cendres de ce dernier lot du lavage.

En opérant ainsi, de proche en proche, jusqu'à la partie supérieure de la courbe, on obtient une suite de points tels que M', F', A' qui joints forment une courbe dite la *caractéristique des schistes*.

Comme vérification, les points T et A' doivent être sur la même verticale puisqu'ils correspondent, tous deux, à la teneur en cendres de la même masse de charbon brut.

A l'aide des caractéristiques, il suffit de tracer une horizontale à une hauteur convenablement choisie pour présumer le résultat que doit fournir le lavage.

Traçons, par exemple, l'horizontale RN'; elle indique que le charbon lavé aura un pourcentage de cendres représenté par RN, soit 8 0/0. Les schistes auront un pourcentage de cendres représenté par RN' ou 68 0/0.

L'examen des courbes de lavabilité permet d'évaluer, pour chaque teneur des charbons lavés, le rendement que l'on peut atteindre, la teneur minima et la teneur moyenne des déchets.

On en déduit facilement l'augmentation de prix qui doit correspondre à la réduction d'une unité dans le pourcentage des cendres. Supposons, par exemple, qu'un charbon contenant 15 à 20 0/0 de cendres à l'état brut puisse être ramené à 10 0/0 avec 90 0/0 de rendement, ou à 9 0/0 avec un rendement de 88; si p et p' sont les prix respectifs des charbons à 10 et 9 0/0 de cendres, la réduction d'une unité sur la teneur ne sera avantageuse que si

$$\frac{p'}{p} > \frac{90}{88};$$

c'est-à-dire si

$$\frac{p' - p}{p} > \frac{1}{44};$$

avec une valeur de p de 100 francs on aurait ainsi environ 2 francs pour la valeur de l'unité de cendres en moins.

Ce calcul suppose les déchets sans valeur. Avec des houilles difficiles à laver, où le schiste et le charbon sont intimement mêlés l'un à l'autre, l'évaluation peut être plus complexe. Un premier lavage donnera souvent, dans ce cas, des schistes à teneurs relativement faibles en cendres; si au lieu d'en contenir 70 à 80 0/0, ils n'en ont que 40 à 50 0/0, par exemple, on a intérêt à les relaver et à obtenir avec les tranches les moins coûteuses du lit de lavage, des barrés utilisables tout au moins sous les chaudières de la mine.

Les courbes de lavabilité permettent de s'en rendre compte; le produit restant après l'enlèvement du premier charbon de lavage est en effet assimilable à un nouveau charbon brut dont la courbe de lavage est facile à tracer.

Soit un charbon pour lequel il faille compter sur un rendement de 75 0/0 pour le ramener à 10 0/0 de cendres, de 70 0/0 pour le ramener à 9, avec des déchets inutilisables, la valeur de l'unité serait de

$$\frac{p \times 5}{70},$$

soit 7 francs environ dans l'hypothèse où $p = 100$ francs; ce serait

prohibitif. Mais admettons que le relavage des déchets puisse ajouter, dans le second cas, au charbon lavé, 15 0/0 de barrés à 25 0/0 de cendres, alors que dans le premier il n'en eût donné que 10 0/0 ; un calcul simple montre qu'en comptant les barrés à 50 francs, la valeur de l'unité de cendres en moins correspondrait à 3 fr. 50.

Il suffit d'ailleurs de jeter un simple coup d'œil sur les courbes de lavabilité d'un charbon pour avoir au moins un premier aperçu de sa facilité de lavage ; si la courbe est formée de deux parties com-

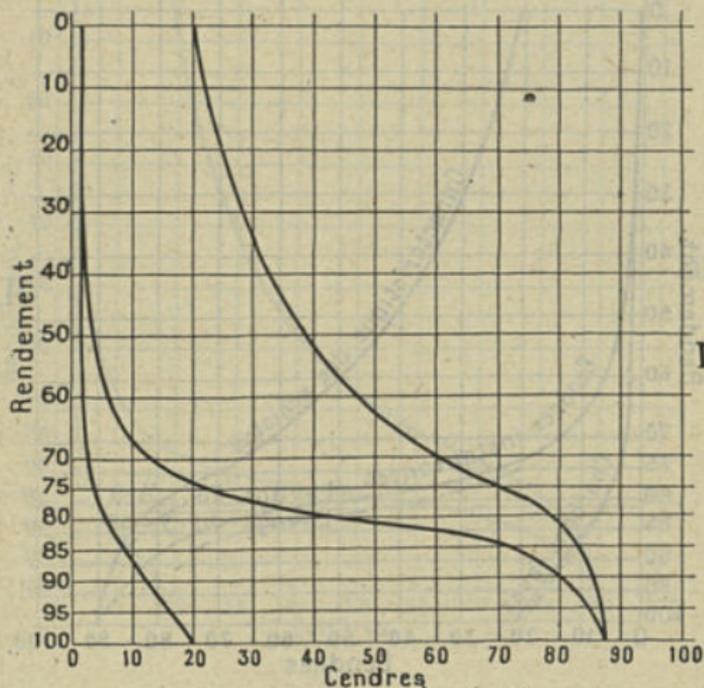


FIG. 74.

plètement distinctes, raccordées par un congé très net, c'est une indication, avons-nous déjà dit, qu'il sera facile d'éliminer les schistes et de ramener sans grandes pertes le charbon à sa teneur minimum, tandis qu'une courbe d'inclinaison régulière correspondrait au contraire à un charbon peu lavable ; par contre, dans le premier cas, une fois atteinte la limite correspondante à peu près à la teneur constitutionnelle du charbon, il faudrait diminuer le rendement dans des proportions inacceptables pour ne gagner parfois

sur les cendres qu'une fraction d'unité, et l'abscisse du point supérieur de la courbe indique le chiffre qu'en aucun cas on ne saurait dépasser. On peut atteindre, dans la pratique, des résultats meilleurs que ceux auxquels conduit l'examen des courbes de lavabilité; les indications que donnent celles-ci n'en sont pas moins très rapprochées de la réalité et précieuses à retenir.

L'étude de ces courbes permet d'ailleurs non seulement d'étudier à l'avance les facilités de lavage des charbons, mais encore de con-

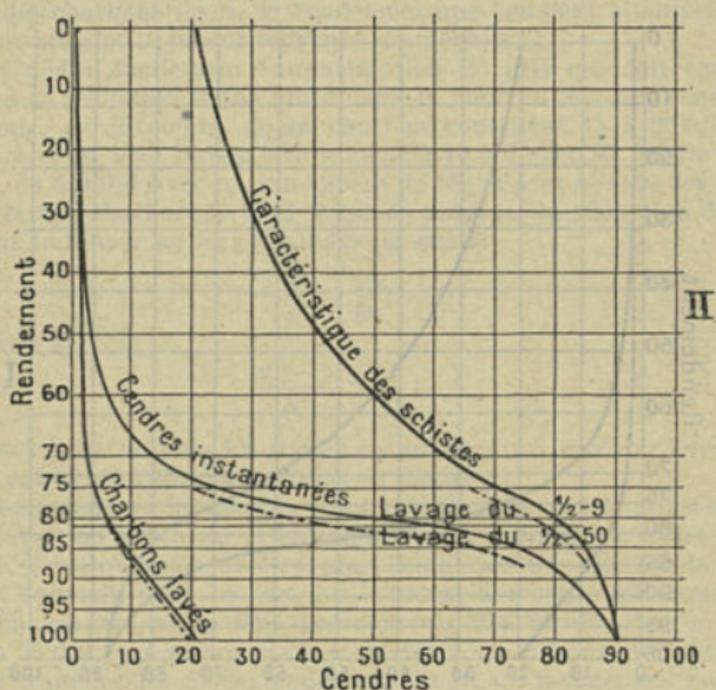


FIG. 75.

trôler la marche du lavoir et de comparer les rendements des divers appareils employés,

Certaines mines, celles de Blanzv, notamment, ont poussé très loin leur utilisation courante. Depuis de longues années, le traitement des charbons y est minutieusement étudié à l'avance, et les diverses qualités produites par les mines donnent lieu, d'après l'examen des courbes de lavabilité, à des mélanges appropriés, correspondant aux meilleurs rendements. M. Moreau a particulièrement insisté sur

l'étude, grace aux courbes de lavabilité, de la question complexe de mélanges. Si à un poids connu d'un charbon donné on mêle le produit du lavage à des teneurs variables d'une quantité constante d'un second charbon, la relation existant entre les poids et les teneurs des deux constituants permet de déterminer, par une simple lecture, les

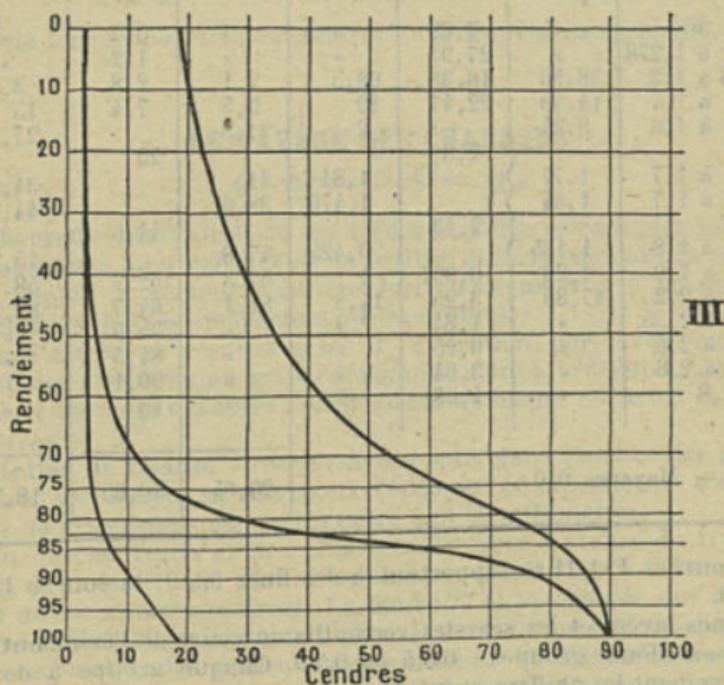


FIG. 76.

meilleures conditions du lavage en vue d'obtenir au mélange un maximum de tonnage ou un minimum de teneur.

Les courbes de lavabilité que nous donnons (fig. 74, 75, 76) sont relatives à des charbons bruts ayant donné les résultats suivants dans une houillère de la Campine.

DENSITÉS	PROPORTIONS			CENDRES		
	I	II	III	I	II	III
1,36	"	7,69	"	"	0,7	"
1,25 à 1,278	"	27,95	"	"	1,2	"
1,278 à 1,3	58,50	16,38	68,5	2,1	2,8	3,5
1,3 à 1,4	14,40	22,47	10	9,5	7,4	15
1,4 à 1,6	3,34	2,8	2	21,3	25	27,9
1,6 à 1,7	1,77		1,81	31		34,6
1,6 à 1,7	1,84	1,476	38,6	44,7		
		2,43		44,6		
1,7 à 1,8	1,135		0,425	47,8	45,2	
1,8 à 1,9	1,29	0,967	1	57,3	58,1	
1,9 à 2,2	17,85	3,25	14,8	81,1	82,5	
2,2 à 2,35	"	1,84	"	"	"	
2,35 à 2,6	"	9,25	"	"	"	
2,6 à 2,8	"	3,64	"	"	"	
2,8	"	1,08	"	"	"	
Moyenne 0/0.....				20,35	20,65	18,72

Les courbes I et II se rapportent à des fines 0,5-9; la courbe III à des 9-50.

Les fines lavées et les schistes recueillis au cours de l'essai ont été divisés en deux groupes : 0-0,5 et 0,5-9. Chaque groupe a donné respectivement les chiffres suivants :

	FINES LAVÉES		SCHISTES	
	0/0	Cendres	0/0	Cendres
0 à 0,5.....	10,5	21,7	5,5	70,5
0,5 à 9.....	89,5	5,8	94,5	78,7
Moyenne.....		7,51 0/0		78,08 0/0

D'après la courbe II, le 0,5-9, lavé à 5,8 0/0 de cendres, correspond à des mixtes à 50 0/0 de cendres et à des schistes à 79 0/0 de cendres.

Les 9-50 auxquels se rapporte la courbe III ont donné à l'essai la classification suivante :

9 à 15	21,6 0/0
25 à 30	45 0/0
30 à 50	37,4 0/0

dont la teneur moyenne en cendres a été trouvée de 48,72 0/0.

LE LAVAGE DES CHARBONS

Le criblage

L'heureuse généralisation des foyers à grilles mécaniques nécessite des charbons bien calibrés et de petites dimensions dont la combustion rapide et surtout régulière fait qu'on ne trouve presque pas d'imbrûlés dans les mâchefers ou les cendres.

On a atteint ce résultat grâce à l'épuration, par lavage ou autrement, des morceaux ou grains dénommés : fines, braisettes, noisettes, têtes de moineaux d'après leur grosseur comprise entre 0,5 et 50 millimètres.

Atelier de triage. — Nous savons que, dans l'atelier des gros on sépare, par *trriage*, les morceaux dépassant 50 millimètres d'avec les fines de dimensions comprises entre 0 et 50 millimètres.

Un des meilleurs et des plus récents types d'atelier de triage est celui de la fosse n° 11 des mines de Lens établi lors de la reconstruction de ces mines sinistrées. La figure 77 et la légende qui l'accompagne suffisent à en montrer les heureuses et rationnelles dispositions.

Dans l'atelier des grains compris entre 0,5 et 50 millimètres on élimine habituellement le *poussier* formé des particules comprises entre 0 et 0,5 millimètres qui, dans les lavoirs, forment les *boues*, *moures*, *limons charbonneux* comme les appelaient nos vieux mineurs français et auxquelles, bien à tort, à mon sens, on donne maintenant le nom très impropre de *schlamm*s qui devrait être exclusivement employé pour désigner les résidus fangeux du lavage des minerais métalliques assez différenciés des limons charbonneux pour justifier et comporter une appellation spéciale. D'ailleurs, le lavage des charbons est né en France; pourquoi, dès lors, ne pas recourir au français pour en parler? Le lavage des minerais s'est surtout développé en Saxe, dans le Hartz et autres districts de langue allemande; le terme *schlamm*s doit appartenir aux dépôts des eaux résiduelles des lavoirs à minerai.

Calibrage des charbons. — Le classement le plus conforme aux

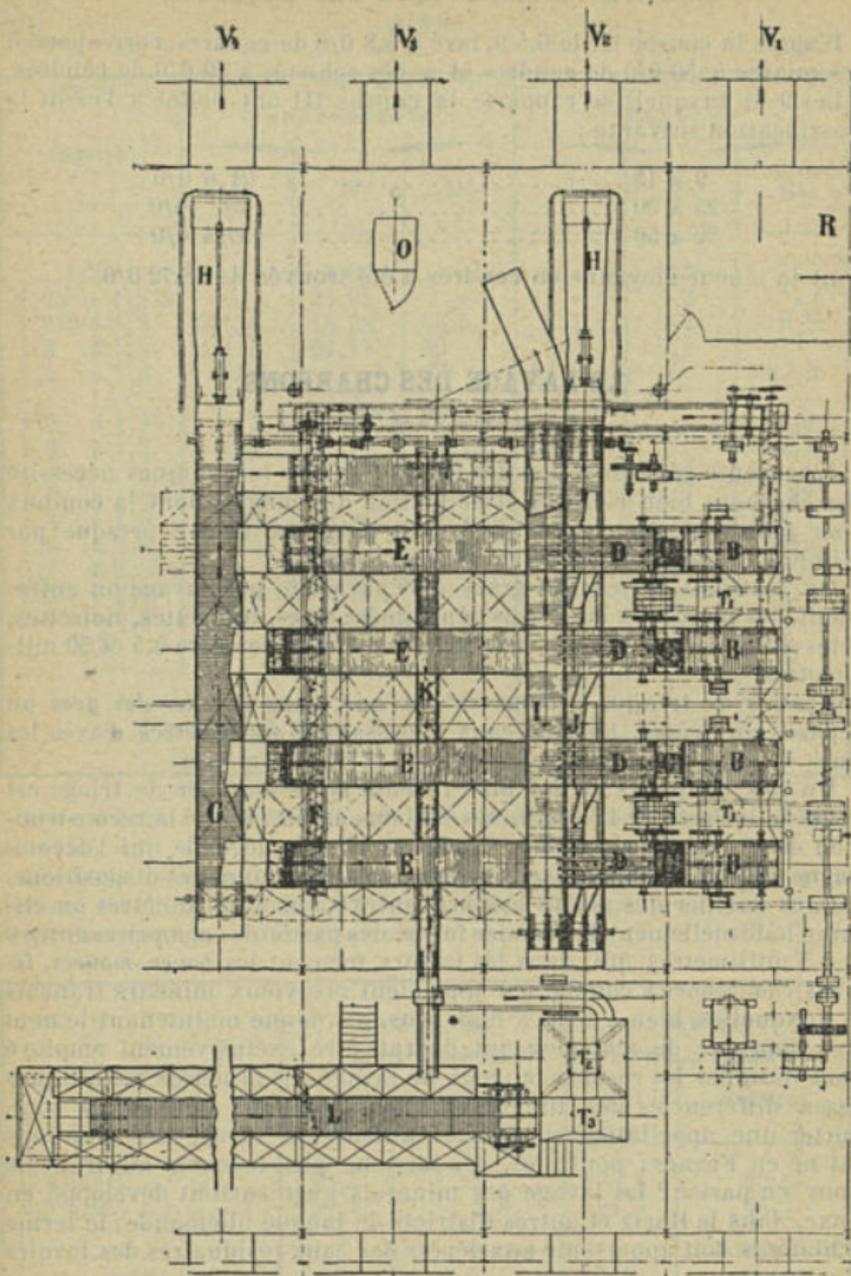


FIG. 77. — Vue en plan des appareils de triage mécanique

à la fosse n° 31 des mines de Lens.

*Légende commune
aux figures 77 et 78.*

- A. Culbuteur. — B. Toile distributrice. — C. Grille à 5 millimètres inclinée à 32 0/0. — D. Crille Briart inclinée à 150/0. — E. Toile de nettoyage inclinée à 109 millimètres par mètre. — F. Hélice à fines. — G. Toile des charbons industriels. — H. Tube de chargement. — I. Toile des gros. — J. Toile de 15/50. — K. Toile aux pierres. — L. Toile à escaillage. — M. Bureau. — O. Mise en wagon des gros. — R. Réfectoire. — T₁. Trémie à fines. — T₂. Trémie à pierres. — T₃. Trémie à escaillage. — V₁. Voie de fines. — V₂. Voie des pierres. — V₃. Voie des gros. — V₄. Voie des industriels. — V₅. Voie de l'escaillage.

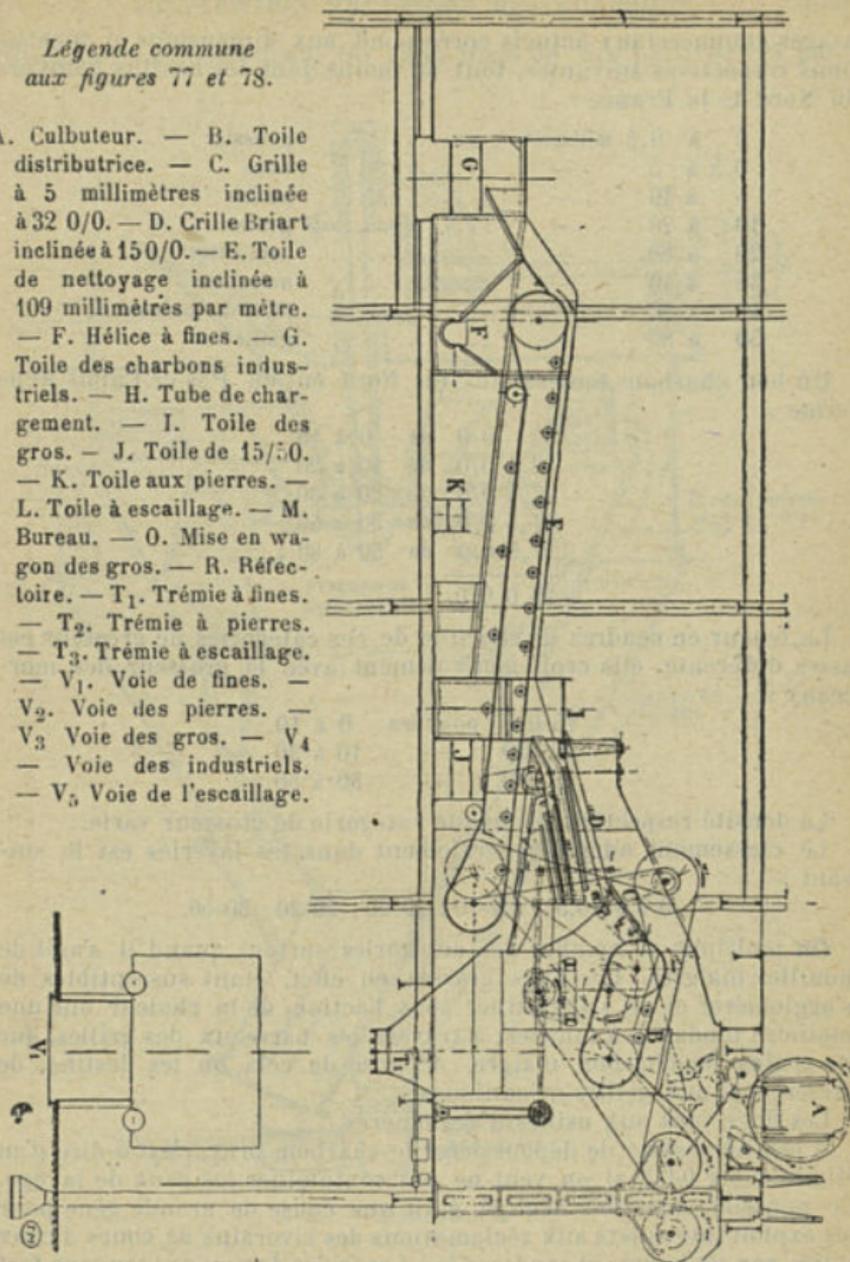


FIG. 78. — Coupe longitudinale d'un appareil de criblage et de nettoyage de la fosse n° 11 des mines de Lens.

usages commerciaux actuels correspond aux dimensions et appellations respectives suivantes, tout au moins dans les bassins houillers du Nord de la France :

0 à 0,5 millimètres.....	poussier
0,5 à 5 —	fines
5 à 10 —	perles
10 à 20 —	grains
20 à 30 —	braisettes
30 à 40 —	noisettes
40 à 50 —	têtes de moineaux
50 à 80 —	gailletins

Un bon charbon tout-venant du Nord ou du Pas-de-Calais renferme :

60	0/0	de	0 à 10
12,5	0/0	de	10 à 20
7,5	0/0	de	20 à 30
7,5	0/0	de	30 à 50
7,5	0/0	de	50 à 80
<hr/>			
95,0	0/0		

La teneur en cendres de chacune de ces catégories de grosseur est assez différente, elle croît généralement avec la grosseur des morceaux :

15	0/0	pour les	0 à 10
20	0/0	—	10 à 30
22	0/0	—	30 à 50

La densité respective de chaque catégorie de grosseur varie.

Le classement adopté généralement dans les laveries est le suivant :

0-0,5 ; 0,5-5 ; 5-10 ; 10-20 ; 20-30 ; 30-50.

On multiplie le nombre des catégories surtout quand il s'agit de houilles maigres. Les fines grasses, en effet, étant susceptibles de s'agglomérer et de s'agglutiner sous l'action de la chaleur ont une moindre tendance à tamiser, à travers les barreaux des grilles, que les grains de charbon maigre. A cause de cela, on les destine, de préférence, aux grilles mécaniques.

Les fines vont aux usines d'agglomérés.

Il est nécessaire de dépoussiérer le charbon brut, c'est-à-dire d'en éliminer les 0-0,5 si on veut ne pas contaminer les eaux de lavage. Ce poussier, autrefois négligé, était une cause de grande gêne pour les exploitants sujets aux réclamations des riverains de cours d'eaux salies par ces boues, et condamnés à payer des dommages souvent fort élevés. Actuellement, comme nous le verrons, non seulement on

purifiée assez complètement les eaux mais on tire parti de ces par-

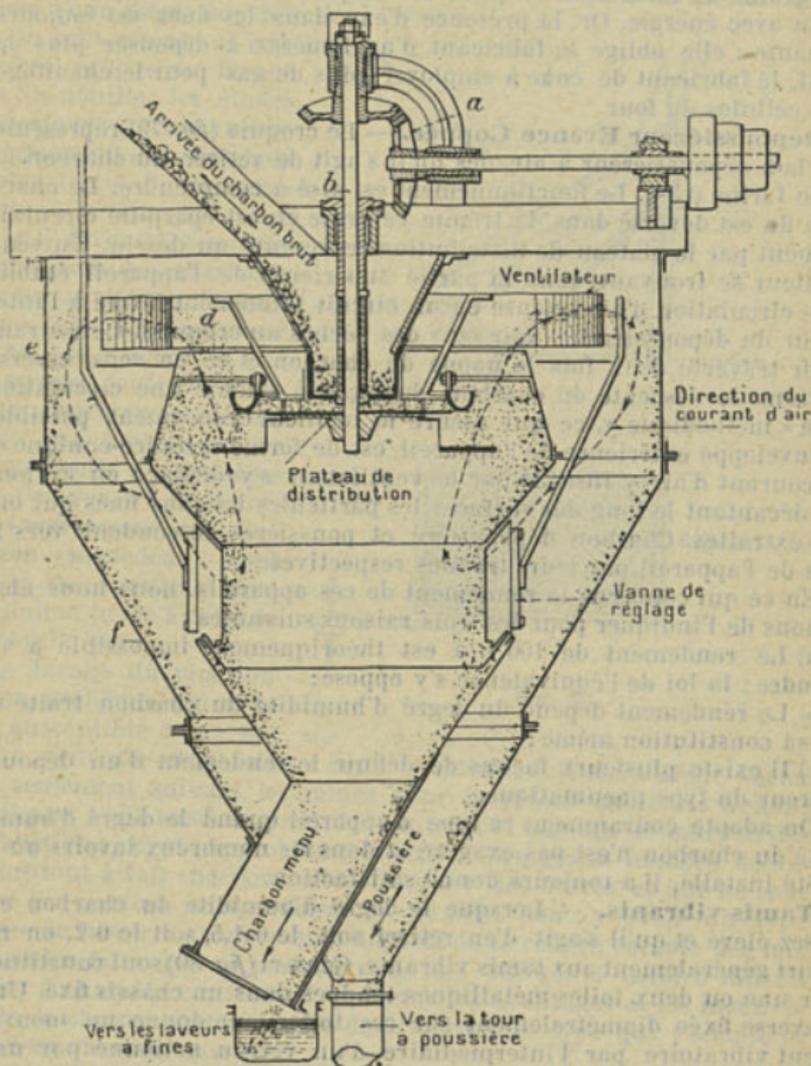


Fig. 79.

ticules pelliculaires si gênantes autrefois et dont désormais on obtient un profit notable par le chauffage dit au charbon pulvérisé.

Le dépoussiérage, en éliminant ces particules tenues, débarrasse les grains de cette couche pelliculaire qui les enrobe et qui retient l'eau avec énergie. Or, la présence d'eau dans les fines est toujours gênante : elle oblige le fabricant d'agglomérés à dépenser plus de brai, le fabricant de coke à employer plus de gaz pour le chauffage des cellules du four.

Dépoussiéreur Evence Coppée. — Le croquis (*fig. 79*) représente un bon dépoussiéreur à air, dès qu'il s'agit de retirer du charbon la folle farine 0,5-1. Le fonctionnement est aisé à comprendre. Le charbon fin est déversé dans la trémie centrale et est éparpillé circulairement par le plateau de distribution représenté au dessin. Un ventilateur se trouvant dans la partie supérieure de l'appareil établit une circulation d'air intense en un circuit totalement fermé à l'intérieur du dépoussiéreur (voir sens des flèches au croquis). Ce courant d'air traverse deux fois la nappe de charbon et ce, en sens inverse du sens de descente du charbon, de façon à obtenir une circulation dite « méthodique », ce qui assure le meilleur rendement possible. L'enveloppe extérieure de l'appareil est de forme cylindro-conique et le courant d'air y insufflé par le ventilateur s'y déplace en cyclone en décantant le long des surfaces les particules les plus fines qui ont été extraites. Charbon dépoussiéré et poussières descendent vers le bas de l'appareil par leurs trémies respectives.

En ce qui concerne le rendement de ces appareils, nous nous abstenons de l'indiquer pour les trois raisons suivantes :

- a) Le rendement de 100 0/0 est théoriquement impossible à atteindre ; la loi de l'équivalence s'y oppose ;
- b) Le rendement dépend du degré d'humidité du charbon traité et de sa constitution même ;
- c) Il existe plusieurs façons de définir le rendement d'un dépoussiéreur du type pneumatique.

On adopte couramment ce type d'appareil quand le degré d'humidité du charbon n'est pas exagéré et dans les nombreux lavoirs où il a été installé, il a toujours donné satisfaction.

Tamis vibrants. — Lorsque le degré d'humidité du charbon est assez élevé et qu'il s'agit d'en retirer soit le 0-1,5, soit le 0-2, on recourt généralement aux tamis vibrants. Ceux-ci (*fig. 80*) sont constitués par une ou deux toiles métalliques tendues dans un châssis fixe. Une traverse fixée diamétralement sur ces toiles leur donne un mouvement vibratoire par l'intermédiaire d'un verrou actionné par une came à profil sinusoïdal.

Généralités. — Nous ne nous occuperons, dans la question du lavage, que des houilles menues pouvant traverser des cribles à mailles de 0^m,04 de côté ou de diamètre, parce que tout ce qui est refusé par ces cribles est aisément épuré par triage à la main.

Le triage est un travail délicat qui exige une étude particulière

pour chaque exploitation à cause de la variété de la houille spécifique à chaque couche et parfois à des portions plus ou moins étendues d'une même couche.

On peut retenir et rappeler à propos du lavage de la houille, les études théoriques que nous avons longuement exposées dans notre traité de préparation mécanique des minerais (1). En ce qui concerne l'épuration des charbons, il faut envisager d'autres conditions. C'est ainsi que la houille a souvent, par sa nature, toutes les densités successives depuis celle qui lui est propre jusqu'à celle des matières que l'on veut en éliminer, et, inversement, ces dernières possèdent aussi toutes les densités intermédiaires jusqu'à celle de la houille pure.

Le lavage du charbon est un problème qui n'est pas susceptible d'une solution générale et absolue; cette solution doit forcément varier non seulement suivant les mines pour la raison que nous venons d'indiquer mais aussi suivant les contrées et suivant le marché des combustibles; c'est un problème fonction d'un grand nombre de variables tout à fait indépendantes les unes des autres et qui ne sont même pas partout comparables. Il ne peut donc y avoir un type unique de lavoir à charbon et il importe de se rendre compte des lois réglant les faits qui se passent dans les différents lavoirs mis en œuvre, d'analyser ces faits, d'apprécier les avantages et les inconvénients de chaque système, afin de discerner le type qui s'adapte le mieux au charbon envisagé.

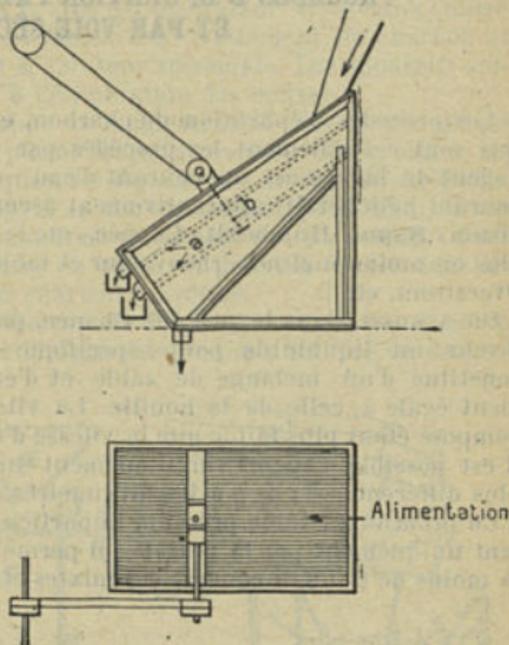


Fig. 80.

(1) *Ateliers modernes de préparation mécanique des minerais*, Dunod, éditeur.

PROCÉDÉS D'ÉPURATION PAR VOIE HUMIDE ET PAR VOIE SÈCHE

Les procédés d'épuration du charbon, en morceaux, les plus répandus sont certainement les procédés par voie humide dans lesquels l'agent de lavage est un courant d'eau : ascendant (lavoir Draper à courant hélicoïdal); alternativement ascendant et descendant (bac à piston, Baum, Humboldt, Coppée, etc.); ou parcourant une pente plus ou moins inclinée (rhéovaleur et table de concentration Deister-Overstrom, etc.).

On a aussi, dans le procédé Chance, par exemple, pris pour agent laveur un liquide de poids spécifique supérieur à celui de l'eau constitué d'un mélange de sable et d'eau d'une densité sensiblement égale à celle de la houille. La vitesse du courant d'un pareil composé étant plus faible que la vitesse d'un courant d'eau ordinaire, il est possible d'opérer simultanément sur des grains de dimensions plus différenciées : de 6 à 100 millimètres dans le rapport de 16 à 1.

Ce procédé au sable présente la particularité d'être le seul travaillant uniquement par la gravité ; il permet de séparer le charbon pur (à moins de 6 0/9 de cendre) des mixtes et des schistes. Le charbon à

6 0/0 de cendres à une densité voisine de 1,36, tandis que la densité des mixtes est nettement supérieure : on réalise donc, à l'aide d'un mélange approprié de sable et d'eau, un liquide de densité intermédiaire sur lequel flotte le charbon mais où les schistes et les mixtes ne surnagent pas ; le refus est broyé et retraité.

Il est nécessaire de cribler les fines au préalable, pour éviter qu'elles ne se mélangent

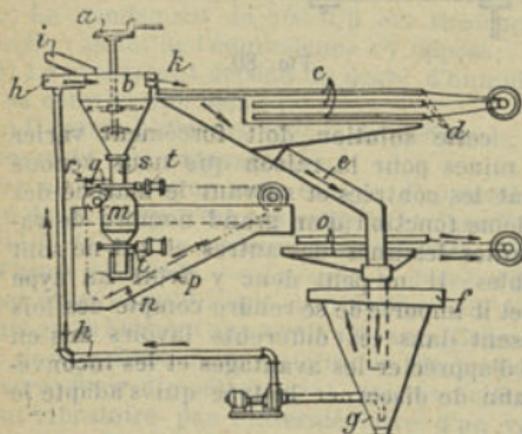


FIG. 81.

au sable. On ne peut traiter, par ce procédé des grains d'un diamètre inférieur à 3 millimètres. Voici (fig. 81) un schéma de l'installation de ce procédé de flottage à l'aide de sable.

A ces procédés de voie humide, on oppose certains procédés de voie sèche déjà assez employés principalement aux États-Unis, et que l'on peut classer en deux types distincts; dans l'un on utilise l'effet d'un courant d'air ascendant, c'est le type du séparateur Wye, dans l'autre on utilise la différence des coefficients de frottement du charbon et du schiste : c'est le genre du séparateur spiraloïde. Les appareils spirales paraissent peu adaptés à l'élimination des mixtes.

L'épierreage à sec se développe en Angleterre où l'on trouve divers appareils d'emploi courant parmi lesquels nous citerons, outre les deux que nous venons d'indiquer, les séparateurs Birtley, Peale-Davis, Berricford, Frayer et Yancey, et la table pneumatique Kirkup. Dans le séparateur Birtley, les poussières entraînées par un courant d'air sont recueillies dans des filtres en coton et peuvent servir dans les appareils dits à chauffage au charbon pulvérisé.

Dans l'appareil Frayer et Yancey, la dépuration se réalise dans un nuage de sable de forte densité agissant comme un fluide de densité égale à 1,45.

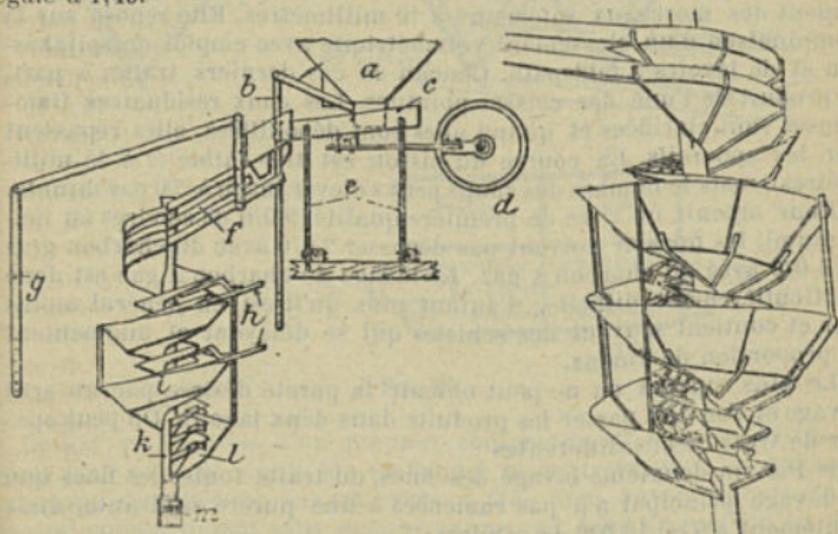


FIG. 82.

FIG. 83.

Sur les tables à secousses alimentées à l'air comprimé, assez répandues aux États-Unis, le mode de séparation est sensiblement le même qu'avec l'eau; les tables traitent des grains de 3 à 40 millimètres.

Dans les séparateurs à spirales on se base sur ce fait que le coefficient de frottement des schistes est plus élevé que celui des charbons (0,6 au lieu de 0,4); dans ces appareils les grains bruts de 10 à

100 millimètres classés en quatre catégories sont envoyés dans des couloirs en hélice (*fig.* 82 et 83). Le charbon pur est chassé, par la force centrifuge, dans un couloir extérieur. L'appareil ne permet pas une séparation très nette : il reste toujours 1 à 2 0/0 de schistes.

Lavoirs à charbon. — Le calibrage et le triage des charbons se font ordinairement aux abords des puits d'extraction. Le conditionnement est dicté, suivant les districts houillers, par les exigences des marchés et les coutumes locales.

L'énorme tonnage sur lequel on opère impose l'emploi d'appareils de manutention et d'élaboration simples, puissants, peu nombreux, à fonctionnement automatique, de nature à ne pas brutaliser le charbon. Lorsque celui-ci devient *mourreux*, la question des *limons* prend une importance particulière. Le lavoir *Marsaut*, à grille mobile, en supprimant la suction inévitable dans les bacs à piston, lave particulièrement bien les charbons poussiéreux et friables.

Le lavoir à *feldspath* a longtemps prédominé dans les ateliers des houillères, ainsi que la méthode *Luhrig et Coppée* appliquée au traitement des morceaux inférieurs à 10 millimètres. Elle repose sur la combinaison d'un classement volumétrique avec emploi de *spitzkasten* et de lavoirs à *feldspath*. Chacun de ces derniers traite, à part, le produit de l'une des caisses pointues. Les eaux résiduaires limoneuses sont clarifiées et quand elles sont dépouillées, elles repassent sur les appareils. La course du piston est très faible (2 à 15 millimètres), mais le nombre des coups peut s'élever jusqu'à 200 par minute.

Pour obtenir un coke de première qualité (9 0/0 de cendres au maximum), les fines ne doivent pas dépasser 7 0/0 avec du charbon gras et 6 0/0 avec du charbon à gaz. Le lavage du charbon à gaz est donc particulièrement difficile, d'autant plus qu'il est en général moins pur et contient souvent des schistes qui se délayent et augmentent la proportion de limons.

Le plus souvent on ne peut obtenir la pureté désirée par un seul lavage et l'on doit passer les produits dans deux lavoirs. On peut opérer de trois façons différentes :

1° Par un deuxième lavage des fines, on traite toutes les fines que le lavage principal n'a pas ramenées à une pureté suffisante, mais seulement à 9 ou 10 0/0 de cendres ;

2° Avec le deuxième lavage des schistes fins, le lavage principal donne des fines suffisamment pures ; mais, pour y arriver, il a laissé partir avec les schistes une quantité importante de charbon ; ce charbon est repris par le deuxième lavage ;

3° Enfin, dans le deuxième lavage des schistes gros, il s'agit de rendre utilisables les intermédiaires.

Divers systèmes sont en usage, mais nous nous en tiendrons à ceux qui sont établis dans les houillères du continent : systèmes Baum, de Berne ; Humboldt, de Cologne ; Franz Méguin, de Dillingen ;

Coppée; Vénot-Pélin; Schüchtermann et Kremer, de Dortmund, etc. Nous avons choisi, pour les faire connaître, quelques exemples concrets d'application que nous décrivons sommairement.

Ces appareils sont connus et nous ne fixerons l'attention que sur le nouveau lavoir Coppée représenté par la figure 84 et dont voici les caractères particuliers. Il se compose de deux lavoirs distincts accouplés d'une façon très rationnelle.

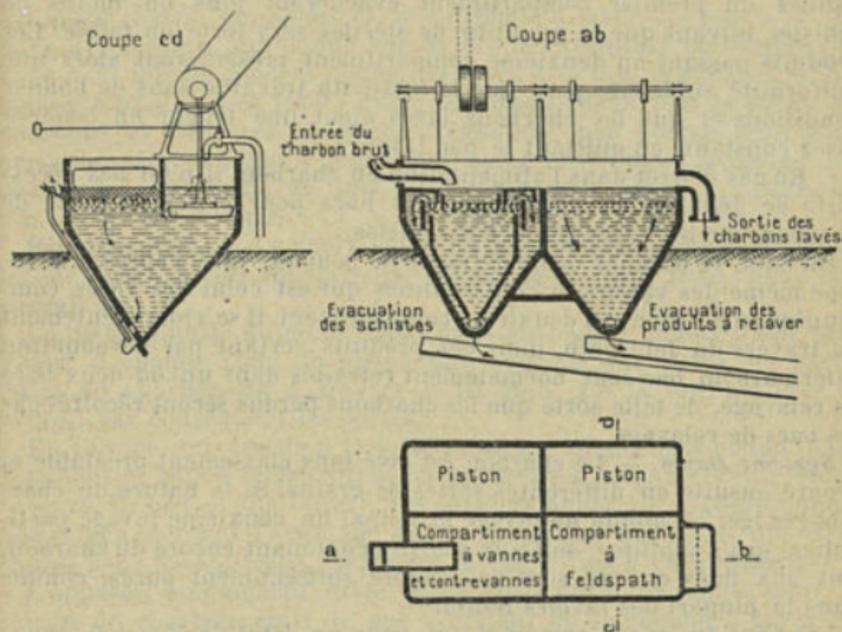


Fig. 84.

Ce bac se compose d'un premier compartiment sans lit filtrant, mais pourvu d'un double jeu de vannes et contre-vannes, le charbon reposant directement sur un tamis à très fines ouvertures, et d'un second compartiment sans aucune vanne, au fond duquel un lit de feldspath est posé sur un tamis à larges ouvertures.

L'appareil est réglé de façon telle que le premier compartiment n'effectue qu'un dégrossissage du charbon. Le charbon dégrossi passe alors au second compartiment où il se débarrasse des mixtes ainsi que d'une très faible quantité de schistes non éliminés dans le premier compartiment.

L'avantage de l'adoption d'un compartiment à vannes et contre-vannes, suivi d'un compartiment à lit filtrant sur le bac à deux compartiments à lit filtrant, est triple :

a) Le tonnage de charbon traité est supérieur à ce que permet d'obtenir un bac à deux compartiments à lit filtrant;

b) L'évacuation des stériles par des vannes et contrevannes est plus automatique que l'évacuation par filtration au travers d'un lit de feldspath. Il s'ensuit que les charbons arrivant dans le bac laveur pourront présenter de fortes variations dans la teneur en schistes, sans qu'il soit nécessaire de modifier le réglage du bac. En effet, les vannes du premier compartiment évacueront plus ou moins de schistes suivant que la quantité de stériles sera forte ou faible. Les produits passant au deuxième compartiment présenteront alors une uniformité suffisante pour que le feldspath travaille dans de bonnes conditions et que les charbons lavés aient une teneur en cendres assez constante en quittant le bac laveur;

c) En cas d'arrêt dans l'alimentation en charbon, il n'est pas nécessaire de débrayer le mécanisme des bacs pour éviter la perte de charbon par les évacuations des schistes.

En effet, le premier compartiment ne peut se vider d'après le principe même des vannes et contrevannes qui est celui des vasés communicants. Quant au deuxième compartiment, il se videra lentement au travers du feldspath, mais ces produits sortant par l'évacuation inférieure du bac sont normalement retraités dans un ou deux bacs de relavage, de telle sorte que les charbons perdus seront récoltés par les bacs de relavage.

Système Baum. — Le charbon est lavé sans classement préalable et séparé ensuite en différentes sortes de grains. Si la nature du charbon l'exige, on ajoute au lavage principal un deuxième lavage particulier, qui s'applique, soit aux schistes contenant encore du charbon, soit aux fines qui ne sont pas encore suffisamment pures, comme dans la plupart des lavoirs Baum.

Les bacs du lavage principal ont, pour un débit de 50 à 150 tonnes à l'heure, une surface totale de crible de 5 à 9^m2,5 avec des mailles de 15 millimètres dans le premier compartiment et de 10 millimètres dans le second. Pour le deuxième lavage, la surface atteint 7 à 13 mètres carrés avec des mailles de 4 à 6 millimètres. Dans ce dernier cas, pour diminuer la course du pistonnage, la surface soumise à l'action de l'air comprimé est plus petite que la surface de lavage au lieu de lui être égale.

Le système Baum est très répandu en Angleterre, Canada, Sud-Afrique, Espagne et Chine. Ce procédé consiste à remplacer les pistons des bacs par la pression de l'air comprimé admis en pulsations. La classification préalable n'est plus nécessaire et le lavage avant criblage est possible.

Un appareil comprenant une cuve de 6 mètres sur 4 mètres de section peut laver 130 tonnes de 0-80 à l'heure. Le produit lavé ne tient pas plus de 2 0/0 de stériles à 2 0/0 de charbon.

Si le charbon est destiné à la cokéfaction, on peut le relaver dans un deuxième appareil où l'air agit avec des pulsations réduites.

En Amérique, la table fait concurrence aux bacs à feldspath qu'elle détrône de plus en plus dans le bassin de l'anhracite (tables spéciales Deister Overstrom). On traite le 3/20 et même le 0/10 sans calibrage préalable et on abaisse en général de 60 0/0 la teneur en cendres du charbon lavé. A la mine Cassidy (B. C.) où le charbon est lourd, barré, lamelleux et très difficile à laver, les tables et les bacs à feldspath ont donné sur le 0/6 des résultats identiques; le brut à 27 0/0 de cendres donne des lavés à 15 0/0 de cendres et des pierres à 62 0/0. Les tables usent peu d'eau (deux fois le poids du charbon) et sont très facilement réglables; par contre elles sont encombrantes (0 tonne 7 par mètre carré environ) et fatiguent les charpentés (une table de 7m², pesant 2 tonnes, vibre à l'allure de 275 tonnes par minute).

Rhéolaveurs. — Le choix entre les bacs à piston, avec ou sans retour d'eau, et les rhéolaveurs préoccupe à juste titre bien des ingénieurs.

La discontinuité du mouvement dans les bacs à retour d'eau provoque à chaque coup de piston une succion qui attire des particules de charbon fin à travers le lit étalé sur la tôle perforée et accroît par conséquent les pertes.

En Europe, on assiste à la lutte entre les appareils à piston (bacs à pistons et bacs à feldspath) et les appareils à courants d'eau (rhéolaveurs, Draper et similaires); ces derniers appareils se compliquant peu à peu, perdent l'avantage de la simplicité qui les a mis à la mode. Tous les appareils paraissent se valoir jusqu'à 3 millimètres.

L'appareil uniquement usité, jusqu'à ces derniers temps, pour le lavage du charbon, était le bac à piston, où la couche à laver est soumise, à chaque coup de piston, aux oscillations de la masse d'eau dans laquelle elle est plongée.

On emploie fréquemment, aujourd'hui, le *rhéolaveur*, constitué par un couloir à rainures dans lequel un courant d'eau continu entraîne le charbon, une boîte en fonte de forme spéciale, placée sous chaque rainure et à courant d'eau ascendant livrant passage aux schistes seuls.

Les produits bruts 0-50 sont, avant lavage, divisés généralement en 0-8, 8-20, 20-50. Le 0-8 est lavé dans des rhéolaveurs à niveau vide, le > 8 dans des rhéo à niveau plein.

Des dispositions spéciales permettent, avec les bacs à piston, de laver les fines (< 8, 10 ou 12 millimètres) en recouvrant le fond du bac par un lit filtrant de feldspath que les schistes seuls traversent. Avec les rhéolaveurs, c'est, au contraire, pour le lavage des grains (> 8, 10 ou 12 millimètres) que des dispositions particulières doivent être prises: le rhéolaveur fonctionne alors à niveau plein: grâce à un

caisson étanche réunissant le fond de l'appareil à la noria d'évacuation, pour éviter des consommations excessives d'eau.

Le rhéolaveur a pour lui la simplicité de son installation et ses facilités de réglage; c'est un outil très souple ne nécessitant qu'un emplacement réduit, des frais d'établissement minimes et excellent pour du charbon facile à laver.

Description des rhéolaveurs. — Les couloirs dans les installations de rhéolaveurs ne sont pas de simples canaux inclinés parcourus par un courant d'eau; grâce à certaines dispositions, il est possible d'obtenir l'uniformité de vitesse du courant d'eau sur toute la largeur du couloir, ce qui n'a pas lieu comme on sait dans les sluices de lavage des sables aurifères. De plus, il est possible de fractionner le classement, c'est-à-dire de faciliter le dépôt des grains denses de grandeurs allant en diminuant tout en maintenant le charriage des parties légères même de grande dimension.

Le dépôt des particules denses, en effet, ne dépend pas uniquement de la vitesse du courant d'eau; il dépend aussi de la pente du couloir. C'est une erreur de croire qu'un courant plus rapide produit par une plus forte pression donnera, dans un couloir moins incliné, le dépôt des mêmes particules qu'un courant moins fort dans un couloir plus incliné. Il y a une question d'inertie des particules qui intervient.

Le classement dans les couloirs se fait par densité.

A intervalles calculés, le fond du couloir porte une rainure par laquelle s'insinuent les matières qui traînent sur le fond; il se produit à cette place une déflexion à laquelle on oppose l'action d'un courant d'eau ascendant.

Le courant d'eau, alimenté par le robinet R (fig. 85) est divisé par la cloison A en deux tronçons; l'un formant le courant ascendant, l'autre se dirigeant vers le bas. La pression de l'eau dans le rhéolaveur dépend de la hauteur h de charge, de la section de passage du robinet R et des orifices de la rainure B et de la décharge C. Si le niveau de l'eau dans le réservoir D est maintenu constant ainsi que la pression P dans le rhéolaveur ne dépendra plus que des orifices B et C. Or, la rainure B est plus ou moins encombrée suivant qu'il se

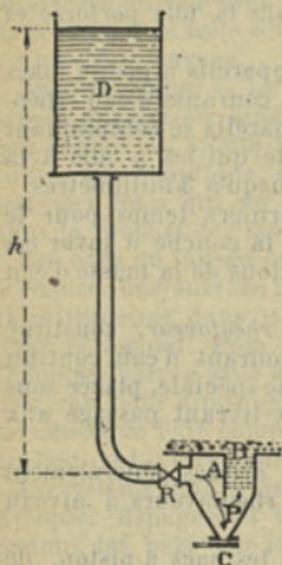


Fig. 85.

prépare plus ou moins de schistes dans le produit brut, car le cou-

rant d'entraînement dans le couloir, augmente ou diminue de vitesse et laisse déposer proportionnellement moins ou plus de produit.

La profondeur du couloir étant relativement minime et, comme nous le savons, la période de rangement des grains par ordre de densité étant *extrêmement courte*, les grains se classent, presque instantanément dans la nappe mince d'eau qui tapisse le fond du couloir, par ordre de densité. Ainsi rangés et entraînés par le courant, voici ce qui se passe dans le dispositif décrit.

Le lit de schistes qui racle le fond du couloir plonge dans la rainure, tandis que le courant ascendant soulève le charbon qui, lancé à une plus grande vitesse, franchit la rainure et continue son chemin.

Mais la vitesse du courant ascendant est fonction de la quantité de schiste qui tombait dans la rainure. Le débit d'eau livré par une vanne de surface S est

$$d = S \sqrt{2gh},$$

h étant une pression constante due à la hauteur du niveau libre de la bêche d'alimentation.

Une partie de ce débit d'eau s'échappe par la chasse d'eau du bac, une partie par la colonne ascendante du rhéovaleur.

Il est indispensable de remarquer que la section de passage, de part et d'autre, est égale à la section du conduit mais diminuée de l'espace occupé par les morceaux de schistes qui s'évacuent et qui encombrant une fraction de la colonne liquide. Cela a pour conséquence de faire varier la vitesse de l'eau dans l'outil, car le débit restant constant, la section varie. L'appareil peut, par suite, se dérégler. Ce dérèglement est d'autant plus important que, lorsque la quantité de schistes à évacuer diminue, ce qui tend à faire passer du charbon dans la rainure, la vitesse du courant ascendant diminue aussi. Les deux causes de perturbation s'ajoutent.

On fractionne le classement : ce sont en effet, les grosses particules denses qui se déposent d'abord, puis les particules de dimensions graduellement plus petites, grâce à l'inclinaison de plus en plus diminuée des tronçons successifs du couloir. On comprend, dès lors, que les particules étant graduellement de plus en plus petites, les courants ascendants doivent graduellement diminuer d'intensité. Cela exige un réglage méthodique du courant ascendant propre à chaque compartiment de l'appareil complet. Nous pouvons répéter à propos du classement des grains sous l'action d'un courant ascendant ce que nous avons dit dans A, M, P, M ⁽¹⁾ à propos des grains équi-tombants et des grains équi-statants.

Une batterie de rhéolaveurs établis en série sur un couloir recti-

(1) *Ateliers modernes de préparation mécanique des minerais* A. M. P. M.) par abréviation).

ligne serait, on le conçoit, d'une longueur démesurée; aussi a-t-on été amené à disposer les rhéolaveurs sur des couloirs dits en cascade (*fig. 86*). De cette façon un premier lavage s'opère dans le sens horizontal et une concentration dans le sens vertical.

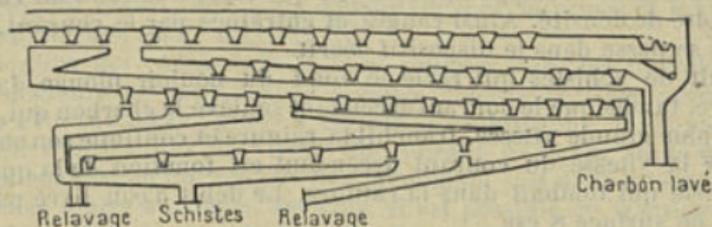


FIG. 86.

Enfin l'expérience a conduit à un perfectionnement très notable en remontant, à l'aide d'une noria ou de tout autre système d'élevateur, le produit du couloir inférieur dans l'appareil de tête afin de repasser ce produit dans la suite des mêmes appareils; c'est ce qu'on appelle le *relavage en cycle fermé*. Dans le triple but: accentuer le classement, régulariser la marche de tout le système et particulièrement soumettre le produit intermédiaire à un nouveau lavage.

Ce relavage consiste à remettre en tête de l'installation le produit qui sort du couloir inférieur terminal.

Rhéolaveur-type pour grains. — Un rhéolaveur à grain se présente généralement aujourd'hui sous la forme dessinée figure 87. L'orifice par où chutent les schistes est en *A*. Une plaque inclinée *b* se relie à une valve mobile *c* tournant autour d'un axe *d* laissant entre elle et la plaque *e* un espace de largeur variable. La plaque *b* est manœuvrée par un levier articulé; la plaque *e* peut avancer ou reculer, tout en restant constamment verticale à l'aide d'une tige guidée horizontale et d'un levier *x*. Tous ces mouvements peuvent être faits avec une précision rigoureuse; ils dictent fidèlement, avec

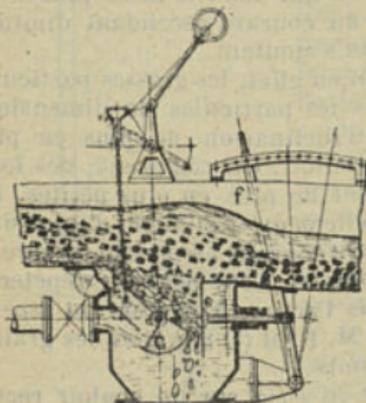


FIG. 87.

la venue du courant, le réglage d'eau ascendant de cet appareil dont

les divers éléments mus, par quelques tâtonnements méticuleux, à

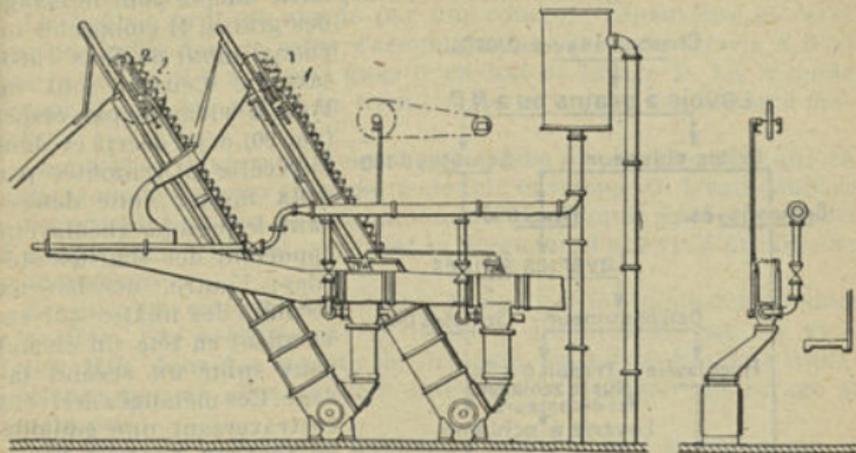


FIG. 88. — 1 Noria des relavages ; 2 Noria des schistes.

l'aide des engins de manœuvre que nous venons d'indiquer, per-

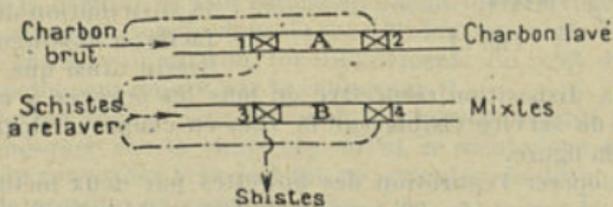


FIG. 89.

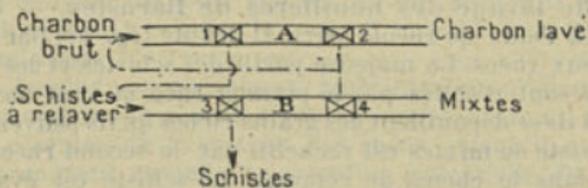


FIG. 90.

mettent d'ordonner la marche pour un charbon brut donné.

Agencement des couloirs à rhéolaveurs pour le lavage des noisettes. — La figure 90 montre le dispositif adopté pour le lavage

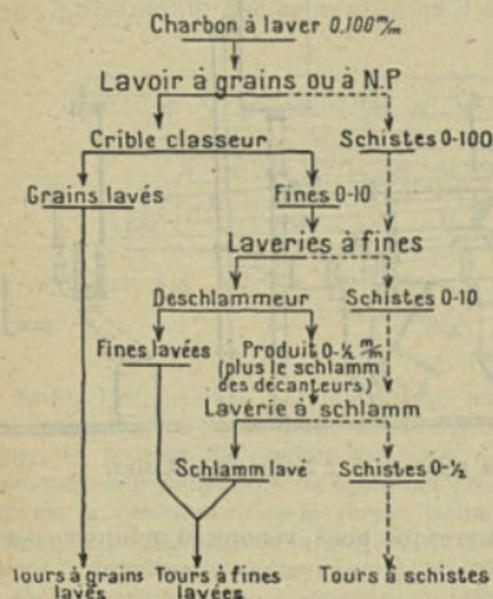


Fig. 90.

des grains. Il comprend un chenal muni de deux rhéolaveurs. Ceux-ci sont du type à vidange par clapet (fig. 90) déjà décrit et dont la récolte est remontée par deux noria : l'une desservant le premier rhéolaveur apportant des schistes stériles ; l'autre, accolée au second, des mixtes qui reviennent en tête du chenal pour subir un second lavage. Ces mélangés arrivent en traversant une goulotte en tobogan destinée à modérer leur chute afin d'éviter le bris des morceaux de charbon et la formation de boues charbonneuses.

La tuyauterie qui permet la distribution de l'eau est facile à distinguer sur le dessin ainsi que l'emplacement

et la disposition respective de tous les organes y compris la passerelle de service visible sur la vue, en coupe verticale, mise à droite de la figure. On peut opérer l'épuration des noisettes par deux méthodes dont le schéma ci-contre (fig. 90) rend parfaitement compte. Voici (fig. 91) le schéma d'ensemble d'un atelier de lavage exclusivement équipé par rhéolaveur.

Atelier de lavage des houillères de Barnsley. — Cet atelier fonctionne à l'aide de rhéolaveurs. Il débute (fig. 92) par un chenal muni de deux rhéos. La majeure partie des schistes et les mixtes les plus lourds sont récoltés par le premier rhéo et vont au chenal de relavage où ils se dépouillent des grains riches qu'ils peuvent contenir. Ce qui subsiste de mixtes est recueilli par le second rhéo d'où il est acheminé dans le chenal de relavage. Le schiste est évacué et les mixtes sont broyés dans un broyeur Jeffrey ; le produit de ce broyage est envoyé au chenal de début du système où il se mélange à un nouvel arrivage de charbon brut. Ce qui tombe dans le second rhéo comprend, avec quelques schistes, des mixtes de densité intermédiaire entre celle du schiste et celle du charbon.

La figure 93 représente le plan en élévation et la coupe de l'atelier que nous décrivons.

Le charbon brut est amené par une courroie convoyeuse et versé sur une grille dont le refus s'accumule dans la vaste trémie A d'où par la trappe B il est servi dans le chenal de lavage D. La seconde trappe C dont est munie la trémie A ne sert qu'en cas de force majeure.

Le charbon lavé sortant du chenal tombe par le déversoir qui en règle la sortie dans un trommel à double enveloppe G. L'eau boueuse qui a entraîné un peu de charbon fin lavé s'accumule dans le réservoir F dont le fond est muni, sur toute sa longueur, d'une vis d'Archimède transporteuse.

Les diverses catégories de grains livrées par le trommel sont ainsi réparties: Les noisettes lavées tombent directement, par les goulottes HH, dans des wagons de livraison ou sur la courroie transporteuse, par où elles peuvent retourner et repasser au lavage si besoin est.

Les fines qui se déposent dans le réservoir F sont amenées, par la vis transporteuse, dans la cuve de l'élévateur W, qui les déverse dans un crible à secousse Q qui en fait deux sortes. La plus fine est mise à l'égouttage dans les compartiments X et Y et chargée ensuite sur wagons.

Le schiste et les mixtes lourds, récoltés par le premier rhéo K, sont élevés, par la noria O, et font retour au chenal de relavage N, où le schiste se sépare et tombe dans le rhéo M dont on règle le courant ascendant afin d'avoir un bon fonctionnement. Le rejet de ce rhéo est continuellement enlevé par le convoyeur P.

Ce convoyeur voyage dans un conduit totalement fermé; il épouse la forme indiquée sur la coupe (fig. 94) et se meut noyé dans l'eau. La pente du convoyeur vers le haut est calculée de façon à contrebalancer la pression de l'eau.

La matière qui traverse toute la longueur du chenal de relavage passe au broyeur S et tombe dans le chenal N. Les mixtes plus légers qui ne chutent pas dans le rhéo K sont recueillis dans le second rhéo L et transférés, par la noria R et la goulotte Z, en tête du chenal de relavage.

L'eau est fournie par une pompe centrifuge qui alimente le réservoir T dont on tient le niveau rigoureusement constant, car c'est le régulateur essentiel de la marche des rhéos puisqu'il assure l'uniformité du courant ascendant, condition essentielle du bon fonctionnement de ces appareils. Aussitôt que ce courant faiblit, on constate qu'il passe du charbon avec les schistes. Un accroissement de pression n'a pas un aussi grave inconvénient qu'une diminution.

La circulation et la distribution de l'eau se font à travers les tuyaux

figurés sur le dessin. La canalisation principale U donne l'eau au

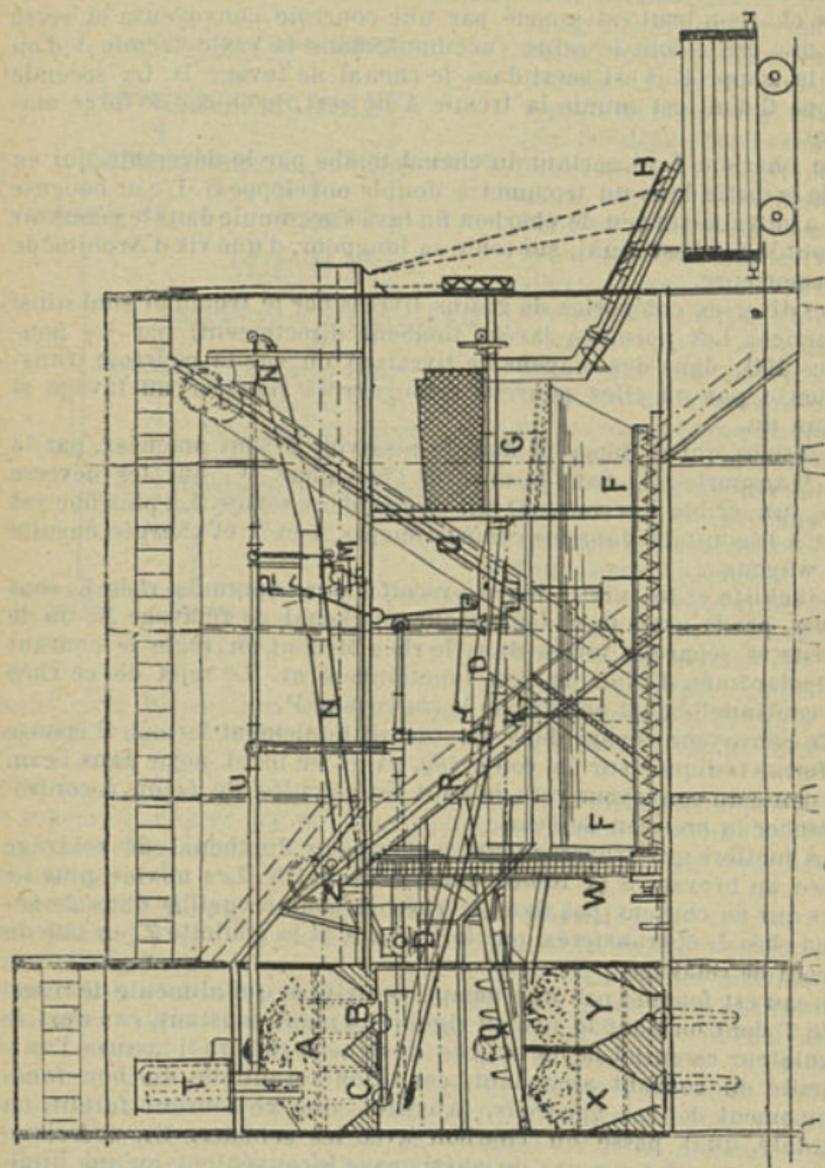


Fig. 92.

chenal N et au rhéo M par une valve de réglage.

La canalisation V dessert le chenal D et les rhéos L et K. L'eau qui sort de l'extrémité du chenal de relavage passe sur une tôle perforée puis dans le chenal de lavage et, par le déversoir E, se rend dans le réservoir collecteur F.

L'excès d'eau du crible Q va aussi dans ce réservoir F où la pompe la puise et la redonne à l'atelier pour y recommencer le cycle décrit. Une pompe auxiliaire complète l'alimentation d'eau dépensée non récupérable.

Le rhéo M a une seule entrée d'eau ; il est plus étroit que les rhéos K et L.

Le fonctionnement de cet atelier réclame 135 chevaux-vapeur ainsi répartis :

	ch-vap.
Convoyeur du charbon brut.....	10
Convoyeur des mixtes lavés.....	10
Pompe d'alimentation circulatorioire.....	40
Pompe auxiliaire de compensation.....	5
Moteur principal.....	50
Petit moteur adjoint ...	20
Total.....	135

Le moteur principal actionne le trommel G, le crible Q, les élévateurs R et O, le convoyeur P et le broyeur S. Le petit moteur suffit pour le convoyeur I et l'élévateur W. Le broyeur exige 20 chevaux-vapeur, le crible 6 chevaux-vapeur et le convoyeur des mixtes 10 chevaux-vapeur. L'atelier traite 75 tonnes par heure. Le bâtiment comprend trois niveaux ou planchers. Le niveau

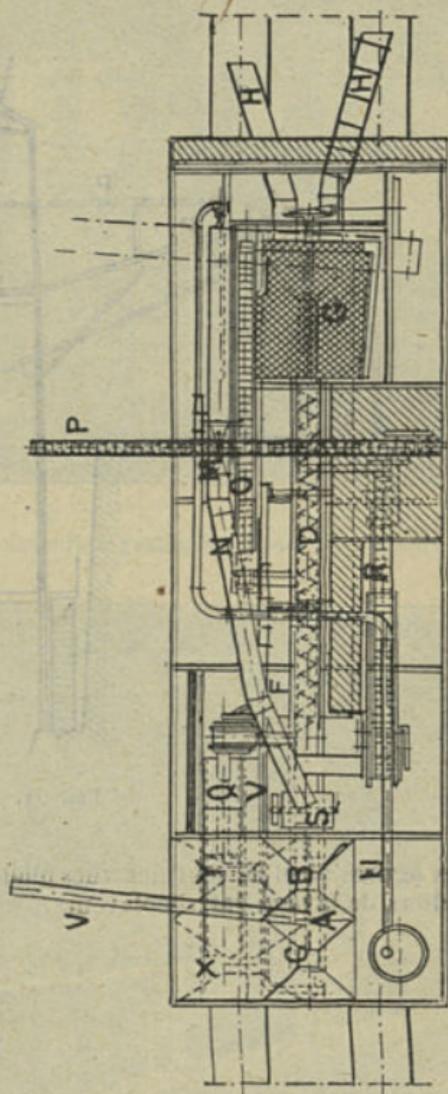


Fig. 93.

inférieur contient le réservoir collecteur F, la courroie transporteuse J et les goulottes de chargement HH ainsi qu'à l'extrémité opposée les trémies X et Y, le moteur et la pompe.

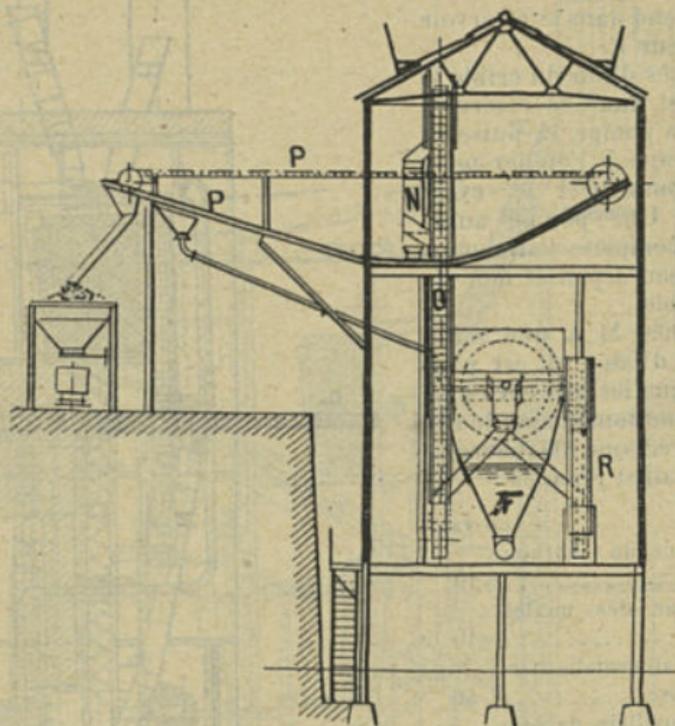


Fig. 94.

Les figures 95 et 96 sont des vues photographiques donnant l'aspect d'ateliers de lavage par rhéolaveurs.

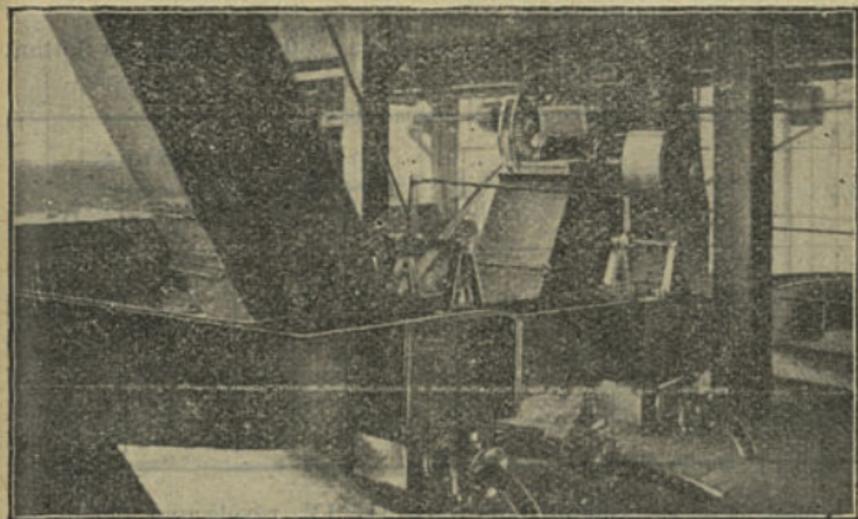


FIG. 95. — Installation de rhéolaveurs à grains des Mines d'Ostricourt.

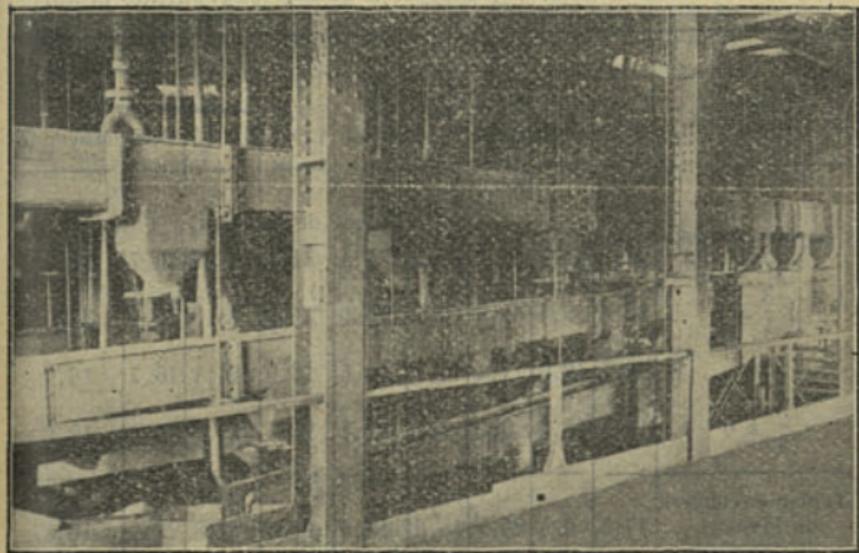


FIG. 96. -- Rhéolaveur à fines des mines d'Ostricourt.

Voici, résumés, les résultats d'une assez longue durée de marche de l'atelier des houillères de Barnsley.

Les stériles rejetés contiennent au plus 3 0/0 de matières flottant sur un liquide de densité 1,38.

CHARBONS CRUS	TENEUR EN CENDRE			
	I	II	III	IV
Charbon lavé de 3 $\frac{1}{2}$ à 3 $\frac{3}{4}$ inch....	0/0 "	0/0 "	0/0 16,8	0/0 19,1
— 3 $\frac{3}{4}$ à 0 inch.....	8,4	8,0	7,8	8,8
Stérile de 3 $\frac{1}{2}$ à 0 inch.....	72,9	69,4	76,3	72,4

L'analyse de ces échantillons I, II, III, IV, révèle une teneur en cendres du stérile et en même temps une uniformité manifeste de la teneur en cendres des produits lavés.

On a prélevé, d'heure en heure, pendant la marche, divers échantillons du charbon brut dont l'analyse a donné les résultats ci-après.

DIMENSIONS en inchs	TEMPS								Moyenne
	6 ^h 30	7 ^h 20	8 ^h 10	9 ^h 15	10 ^h 15	11 ^h 15	12 ^h 14	1 ^h 15	
	Pourcentages de cendres.								
3 $\frac{1}{2}$ à 1 $\frac{3}{4}$	29,2	36,7	37,5	47,5	42,1	31,7	37,7	46,7	38,6
1 $\frac{3}{4}$ à 1	36,6	35,4	36,1	29,7	27,0	33,9	35,0	26,1	32,5
1 à 3 $\frac{3}{4}$	20,7	12,6	17,4	15,1	18,5	16,9	14,1	16,7	16,7
3 $\frac{3}{4}$ à 0	13,5	15,3	9,0	7,7	12,4	17,5	13,2	9,3	12,2
Teneur en cendres du lavé.....	17,5	9,4	20,3	15,8	18,6	12,6	18,8	21,4	16,8

Le charbon brut tout-venant contient une quantité considérable de grains de caractère intermédiaire entre le charbon et le schiste, comme l'indique la suite d'essais de charbons par liqueurs de densités diverses, entre 1,3 et 1,8, que nous transcrivons ici :

DIMENSIONS des grains en inches	$3 \frac{1}{2}$ à $1 \frac{3}{4}$	$1 \frac{3}{4}$ à 1	1 à $\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$ à $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$ à 0	TOTAUX
1,3	18,4	16,4	6,2	5,0	1,6	0,6	48,2
1,4	6,7	6,5	3,8	1,6	0,3	0,2	19,1
1,5	4,8	2,1	2,7	0,5	0,2	0,1	10,4
1,6	1,8	1,2	0,6	0,2	0,1	0,1	4,0
1,7	5,2	2,4	0,3	0,4	0,1	0,1	8,5
1,8	2,0	3,8	2,9	0,9	0,1	0,1	9,8
Totaux...	38,9	32,4	16,5	8,6	2,4	1,2	100,0

Ce tableau montre que 22,9 0/0 du charbon brut ont une densité comprise entre 1,4 et 1,8. Beaucoup de ces matières étaient récoltées par le premier rhéolaveur, séparées du schiste dans le chenal de relavage, puis broyées et relavées. Les mixtes, après leur broyage soumis à la liqueur de densité égale à 1,6 ont donné :

Charbon brut.....	60,0 0/0	de résidu de densité 1,6
Noisettes lavées.....	42,8 0/0	—
Fines lavées.....	56,1 0/0	—
Refus.....	76,3 0/0	—

et d'autre part une quantité de charbon pur que nous n'indiquons pas. Ce qui est remarquable c'est la faible teneur en charbon des schistes rejetés.

VII. — DÉRIVÉS DE LA HOUILLE RÉCOLTÉS DANS LES COKERIES

Sous-produits de la fabrication du coke. — Le four à coke actuel répond à de multiples besoins économiques modernes.

Primitivement destiné à l'unique fabrication du coke, il est devenu un organe industriel de première importance. C'est pourquoi nous lui avons ouvert une place dans l'Agenda Dunod.

Les problèmes posés par l'augmentation incessante des salaires et la cherté des matières premières, obligent les houillères à accroître leurs revenus et cela doit être recherché, pour le bien général du pays, en dehors de la hausse du prix de vente du charbon.

L'utilisation des charbons invendables est à recommander dans cet ordre d'idées et nous avons signalé dans cet Agenda tout ce qui concerne cette utilisation.

Il est parfaitement avéré aujourd'hui que l'utilisation des sous-produits de la fabrication du coke est susceptible de compenser et au delà tous les excédents de frais et de dépenses que nos mines doivent dorénavant supporter du fait des événements et des mesures sociales et fiscales que ces événements ont provoquées.

Le bénéfice et le dividende, rapportés à la tonne extraite, ont augmenté sensiblement plus que le prix de vente.

On serait, dès lors, tenté d'attribuer cet accroissement de bénéfice à la diminution du prix de revient; or, il n'en est rien, car le prix de revient a constamment été en croissant par suite de l'augmentation des salaires et aussi du prix d'achat des matières premières.

Cet accroissement des bénéfices et des dividendes provient uniquement de la *fabrication du coke et de la vente des sous-produits*.

Le four à coke, outre la régénération de produits utiles, rend disponibles 50 0/0 environ du volume total des gaz produits. Ce volume total varie, suivant la qualité de la houille, entre 250 et 350 mètres cubes par tonne de charbon d'un gaz dont la puissance calorifique oscille entre 3.500 et 5.500 calories.

Les régénérateurs permettent d'utiliser 125 à 165 mètres cubes de gaz de 4.000 calories en moyenne, soit en les brûlant sous des chaudières à vapeur, à raison de 0^m3,25 par kilogramme de vapeur, soit en les utilisant, après récolte des benzols et de l'ammoniaque, et après enlèvement préalable du soufre par filtres spéciaux, dans des moteurs à gaz, à raison de 0^m3,7 par cheval effectif.

Tableau schématique des dérivés de houille
 provenant de sa carbonisation.

100 tonnes de houille donnent	Coke: 70 tonnes				
	Gaz : 16.850 kg. ou 30.000 m.c.	Gaz épuré : 29.879 m.c.	Gaz purifié et débenzolé 29.563 mètres cubes.		
			Benzols 0,900 m. c.	Benzène.	
				Toluène.	
	Cyanogène	Acide cya- nhydrique.	Prussiate jaune.		
			Bleu de Prusse.		
			Acide sulfurique.		
	Produits ammoniacaux : 7.800 kilogrammes ou 8 mètres cubes engrais et explosifs.		Sulfate d'ammonium.		
	Produits volatils 30 tonnes :		Huiles légères : 0,136 mètres cubes entre 50° et 140°.	Benzols voir le schéma, page 336	Benzène 80°.
					Toluène 110°.
Xylène 1.399°.					
Goudron: 5.350 kg. ou 4 m. c.	Huiles moyennes : 0,800 mètres cubes entre 140° et 200°.	Phénol et ses dérivés.			
		Crésilyte.			
		Naphtalène.			
		Anthracène.			
Huiles lourdes : 0,400 mètres cubes au-dessus de 200°.	Anthraquinone.				
	Alizarine.				
	Braï: 3.300 kilogrammes.				

Les éléments utilisables sont : le goudron, le benzène et l'ammoniaque.

Pour que l'on puisse recueillir ces produits, les gaz doivent être refroidis avant leur combustion et traités par l'eau. Le goudron est obtenu par refroidissement vers 20 à 25° et l'ammoniaque se dissout ; le benzène est séparé des gaz par lavage de ceux-ci avec des huiles lourdes de goudron.

Le refroidissement et la récolte du benzène et de l'ammoniaque amoindrissent la puissance calorifique des gaz au point qu'il faut leur donner un pouvoir suffisant pour la préparation du coke. Cela s'obtient en chauffant, préalablement à leur inflammation, à la fois les gaz combustibles et l'air amené comme comburant.

Dans le four Coppée, l'air seul est réchauffé par son passage à travers des récupérateurs.

Dans les fours Carvés, les gaz, dépouillés du goudron et de l'ammoniaque et l'air, sont, tous deux, chauffés avant l'allumage.

Dans quelques usines on n'extrait que le goudron et l'ammoniaque ; le benzène reste dans le gaz.

Les fours belges sont des fours rectangulaires allongés, complètement fermés, avec carneaux sous la sole et sous les côtés, avec portes aux deux extrémités, de manière à permettre le défournement mécanique par repoussoir mù à bras ou à vapeur ou à l'électricité.

Parmi ces fours :

Le four *Smet* est le plus répandu. C'est le plus simple et le plus résistant.

Les fours *François, Dulait et Gobiet*, etc., ne diffèrent du précédent que par la largeur et par la durée de la carbonisation en vue d'obtenir des cokés plus solides.

Les fours *Coppée* sont, au contraire, des fours très étroits dans lesquels on a visé à augmenter autant que possible la surface de chauffe et la hauteur de la charge, en vue d'obtenir des cokés très solides avec des charbons maigres.

Les fours du *Creusot* sont des fours plus étroits et plus hauts encore, dans lesquels les carneaux verticaux du four Coppée sont remplacés par de grandes chambres de combustion.

Le four *Appoll*, qui se compose de dix-huit compartiments, véritables cornues verticales en briques disposées dans un four rectangulaire, permet de carboniser rapidement des charbons maigres ou riches en gaz, mais peu collants. Ce four est le plus coûteux de premier établissement et d'entretien.

Dans les fours à coke modernes, les gaz expulsés de la houille forment le combustible ; ils sont dirigés dans des carneaux entourant les parois et la sole du four ; ils sont brûlés au moyen d'air amené au contact des gaz.

La chaleur dégagée par la combustion des gaz suffit non seulement

à la carbonisation complète de la houille. mais encore au chauffage d'autres dispositifs.

Le rendement en coke est d'autant plus grand que les houilles sont plus pauvres en gaz.

Dans les fours avec dispositif pour recueillir les produits de distillation, le rendement est de 5 0/0 plus élevé que dans ceux qui n'ont pas ce dispositif. Cela tient à ce que, dans ceux-ci, l'air pénétrant dans le four, par les interstices de la maçonnerie et des portes, y brûle une portion plus ou moins forte de charbon.

Les fours horizontaux sont les plus répandus. Afin d'accroître leur surface de chauffe, on les fait étroits et longs (6 à 10 mètres).

Les côtés courts sont munis de portes; les côtés longs, la sole et une partie aussi de la voûte sont entourés de carneaux à travers lesquels circulent les gaz de la carbonisation. Ces gaz sortent du four par des ouvertures ménagées dans la moitié supérieure des longs côtés, dans les carneaux de combustion, ce qui a lieu soit sur un seul des longs côtés, soit sur tous les deux à la fois. Nombre de ces ouvertures: 2 à 30.

Les gaz de la combustion sont amenés sur les longs côtés soit par des carneaux verticaux (type Coppée, Otto, etc.), soit par des carneaux horizontaux (type Smet, Carlés, etc.).

Le dispositif à carneaux verticaux permet de chauffer fortement la sole et assure une pénétration parfaite de la chaleur dans l'intérieur du four.

Dans le dispositif à carneaux horizontaux, les gaz sont dirigés en avant et en arrière parallèlement aux longs côtés, avant leur pénétration sous la sole. Dans ce long trajet, la chaleur est mieux utilisée, mais les gaz arrivent refroidis sous la sole; par suite, la sole est moins chauffée que les parois; c'est un inconvénient que n'ont pas les fours à carneaux verticaux.

Durée de la carbonisation. — En raison directe de la section du four, elle est de dix-huit à vingt heures dans des fours Coppée de 0^m2,5 de section et de trente-six heures dans ceux ayant 0^m2,96.

Dans le four de la « Société française de fours à coke » le piédroit se divise en un nombre assez grand de conduits verticaux qui prennent naissance un peu au-dessous de la sole du four et se terminent à la voûte. Ces conduits sont réunis à la tête par un canal horizontal qui collecte tous les gaz brûlés. Les trois ou quatre carneaux extrêmes forment les carneaux de retour et permettent aux fumées de se rendre au collecteur.

En dessous des piédroits, on trouve le conduit qui amène le gaz aux brûleurs placés à l'extrémité inférieure des piédroits. Sur le côté du brûleur débouche un petit canal conduisant à une galerie libre placée sous la sole et qui amène l'air nécessaire à la combustion du gaz.

Le gaz qui se dégage sort des fours par les colonnes montantes, arrive au *barillet* puis aux divers appareils de récupération, revient, par la colonne de refoulement, aux fours, puis aux brûleurs. Il brûle, après avoir reçu l'air dans les conduits verticaux de piédroits, puis redescend, par les carneaux de retour, au collecteur d'où il passe sous des chaudières pour être enfin évacué, par la cheminée, dans l'atmosphère.

Le gaz varie de composition suivant la qualité du charbon, l'allure générale de la batterie et de l'aspiration. En voici la composition moyenne :

CO ²	2	en volume,	8,30	en poids.
C ^m H ⁿ	2	—	5,40	—
CO.....	8	—	21,10	—
CH ⁴	18	—	27,50	—
H ²	60	—	11,30	—
Az.....	10	—	26,40	—
			<hr/>	
	100	en volume,	100,00	en poids.

La condensation du gaz brut, sortant des fours à coke et non utilisé pour le chauffage du four, donne du gaz dégoudronné, des eaux ammoniacales et du goudron.

Le lavage à l'acide sulfurique du gaz dégoudronné donne du gaz benzolé et du sulfate d'ammoniaque qui rejoint celui que fournit la distillation des eaux ammoniacales.

Le gaz traité à l'huile lourde ou au crésol (Brégeat), en livrant son benzol, passe à l'état de gaz débenzolé susceptible d'une épuration chimique.

Le goudron distillé donne, tout comme le goudron d'usine à gaz, du benzol brut, des huiles moyennes, lourdes et anthracéniques dont on extrait la suite des substances que nous avons énumérées précédemment.

Voici les principales cokeries françaises où se récoltent les sous-produits,

Lens, Béthune, Aniche, Dourges, Anzin, Nœux, Douchy, Crespin, l'Escarpelle, Decazeville, Carmaux, Saint-Etienne, Drocourt, la Loire, Azincourt, Roche et Firminy, Ferfay, Bessèges, Ronchamp, Champagnac.

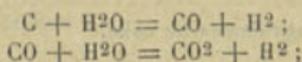
Quant aux principales installations de fours à coke appartenant à des usines métallurgiques et diverses, nous citerons :

Rouen, Caen, Basse-Indre, Moyeuvre, Le Boucau, Marnaval, Chasse, Trignac, Le Creusot, Firminy, Auby, Calais, Outreau, Isbergues, Toulouse, Pauillac, Montluçon, Gisors, Tamaris, Douai.

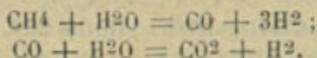
Beaucoup de ces usines distillent des charbons anglais (Durham, Cardiff, etc.).

Aperçu économique de l'utilisation des gaz de fours à coke.
— Avant d'indiquer en détail tout le parti que l'on peut tirer des gaz sortant des fours à coke, indiquons rapidement l'avantage économique de cette utilisation.

Le gaz de fours à coke, après liquéfaction et utilisation de ses éléments, peut restituer son méthane : Une tonne de houille, après distillation, fournit 750 kilogrammes de coke et 75 mètres cubes de méthane. Toutefois, une certaine proportion de l'un et de l'autre assure le chauffage du four ; l'excédent de l'un et de l'autre est utilisé, actuellement, pour produire soit de l'hydrogène, soit un mélange de H et de CO d'après le cycle des réactions suivantes :



et



Cherchons la production d'ammoniaque et de carburant qu'il est permis d'espérer ; ce dernier sous forme d'alcool méthylique, par exemple par l'utilisation intégrale du coke et du gaz.

Deux cas sont à considérer suivant que les fours sont chauffés, comme autrefois, avec le gaz riche en méthane ou, comme cela se fait depuis peu, avec du gaz pauvre produit par la gazéification du coke.

La carbonisation d'une tonne de houille demandant 600.000 calories, il faudra, dans le premier cas, brûler 62 mètres cubes de méthane et, dans le second, gazéifier 150 kilogrammes de coke.

Dans le premier cas, on peut établir le bilan suivant :

Par tonne de houille carbonisée :

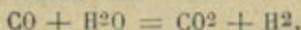
Methane disponible.....	zéro ;
Coke disponible.....	750 kilogrammes.

Gaz à l'eau produit $750 \times 1,4 = 1.050$ mètres cubes d'un gaz contenant 525 mètres cubes d'H et 420 mètres cubes CO ; 1 kilogramme de coke donne, en effet, 1 mètre cube de gaz à l'eau de cette composition.

Cet hydrogène et cet oxyde de carbone, ajoutés au gaz de distillation, donnent un volume total de

$$\begin{aligned} 135 + 525 &= 660 \text{ mètres cubes d'hydrogène ;} \\ 20 + 420 &= 440 \text{ mètres cubes d'oxyde de carbone.} \end{aligned}$$

Le CO pouvant être transformé en hydrogène d'après :



on peut fabriquer uniquement de l'ammoniaque ou seulement de l'alcool méthylique, ou ces deux produits simultanément.

Pour fabriquer l'ammoniaque, on possède :

600 + 440. soit 1.100 mètres cubes d'hydrogène ;

1 mètre cube de CO donnant 1 mètre cube d'H². Avec ces 1.100 mètres cubes d'H on peut espérer 90 0/0, soit 495 kilogrammes d'ammoniaque.

Pour fabriquer l'alcool méthylique, on dispose de 365 mètres cubes de CO et de 73 mètres cubes d'H² pouvant donner 410 kilogrammes d'alcool méthylique avec un rendement de 78 0/0 facile à atteindre.

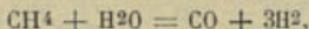
Si les fours à coke sont chauffés au gaz pauvre, on a, par tonne de houille carbonisée :

75 mètres cubes de méthane disponible ;

et

600 kilogrammes de coke.

Le méthane peut être transformé en CO et H, d'après :



avec un rendement de 90 0/0 vers 1.100°, réaction qui demande théoriquement 2.280° par mètre cube de méthane décomposé et, pratiquement, 5.500° correspondant à la combustion de 750 grammes de coke.

Le coke restant (600 - 75 × 750 gr. = 544 kilogrammes) est transformé, comme précédemment, en gaz à l'eau.

Le bilan en H et CO serait alors le suivant :

(A) A partir du méthane :

$$75 \times 3 \times 0,9 = 202 \text{ d'hydrogène ;}$$

$$75 \times 0,9 = 67 \text{ de CO.}$$

(B) A partir du coke :

$$544 \times 1,4 = 761 \text{ mètres cubes,}$$

d'un gaz à l'eau contenant :

$$761 \times 0,5 = 380 \text{ mètres cubes d'hydrogène.}$$

$$761 \times 0,4 = 304 \text{ mètres cubes de CO.}$$

(C) A partir des gaz de distillation :

135 mètres cubes d'hydrogène par liquéfaction ;

20 mètres cubes de CO par liquéfaction.

Au total :

$$202 + 380 + 135 = 717 \text{ mètres cubes d'hydrogène ;}$$

$$67 + 304 + 20 = 391 \text{ mètres cubes de CO.}$$

D'une tonne de houille, on peut ainsi retirer, à côté de tous les produits normaux de récupération et de synthèse, soit 500 kilo-

grammes d'ammoniaque correspondant à environ 2 tonnes de sulfate, soit 400 kilogrammes d'alcool méthylique.

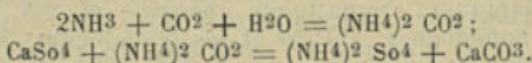
Séparation des constituants du gaz de fours à coke. — Le gaz brut de fours à coke, après avoir été dégoudronné, débenzolé et épuré, a une composition moyenne, en volume, qui se rapproche de la suivante :

Hydrogène.....	50,2 0/0
Méthane.....	25,2
Oxyde de carbone.....	7
Éthylène.....	1,2
Propylène.....	0,3
Éthane.....	0,5
Anhydride carbonique.....	2,6
Azote.....	13

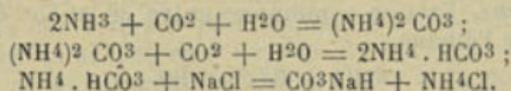
Le procédé Claude de liquéfaction et de fractionnement a permis la séparation nette de chacun de ces constituants qui ont des points d'ébullition différents. Désormais, dans certaines usines, outre l'azote et l'hydrogène isolé en vue de la fabrication de l'ammoniaque synthétique, on sépare l'oxyde de carbone, le méthane, l'éthylène, le propylène, l'éthane, tous gaz dont nous avons indiqué l'utilisation industrielle en les étudiant tour à tour.

Anhydride carbonique. — Il entre dans la composition du gaz de fours à coke qui en contient parfois 3 0/0 et dont il importe de le débarrasser car, se solidifiant à -50° , il viendrait obstruer tous les appareils dans lesquels on élabore ces gaz par refroidissement.

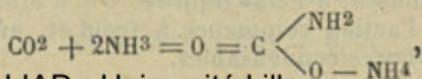
On se débarrasse de CO_2 par divers moyens : dissolution dans l'eau sous pression, lavage des gaz avec une solution ammoniacale ; deux procédés qui permettent, l'un et l'autre, de restituer CO_2 sinon à l'état complètement pur, tout au moins à un degré de concentration suffisant pour qu'il puisse servir à certaines fabrications telle la fabrication du *sulfate d'ammoniaque* sans recours à l'acide sulfurique au moyen du gypse :



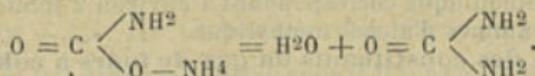
On l'utilise pareillement pour la fabrication du *chlorure d'ammonium* à l'aide du chlorure de sodium :



Et aussi pour la fabrication de l'urée :



carbonate d'ammonium :



Hydrogène. — C'est le plus important de tous les gaz de fours à coke. Il s'y trouve dans la proportion de 50 0/0, c'est-à-dire qu'une tonne de houille donne en moyenne 300 mètres cubes de gaz sur lesquels on compte 150 mètres cubes d'hydrogène dont on extrait couramment aujourd'hui les 90 0/0. La catalyse de l'ammoniaque pouvant s'effectuer avec un rendement de 85 0/0, c'est donc 57 kilogrammes d'ammoniaque, soit 222 kilogrammes de *sulfate d'ammoniaque* qu'on peut retirer d'une tonne de houille.

Outre l'ammoniaque synthétique, l'hydrogène sert à l'hydrogénation des charbons et des huiles en vue de la préparation des *carburents de synthèse* suivant les procédés Bergirus, Sabatier, Kling et Florentin, pour ne citer que les plus réputés jusqu'ici.

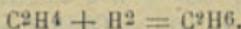
Méthode d'hydrogénation de Sabatier et Sanderens. — Cette méthode est fondée sur le fait que les molécules organiques incomplètes, dont la formule développée possède des doubles et triples liaisons, peuvent presque toutes fixer de l'hydrogène et passer au type saturé, lorsque leurs vapeurs sont amenées avec un excès d'hydrogène, au contact d'un catalyseur et notamment du nickel réduit, chauffé à température peu élevée ou du cobalt, du cuivre et du fer provenant de la réduction, par l'hydrogène, d'un oxyde exempt de soufre et de chlore, sans quoi leur activité irait jusqu'à s'annuler ; ou encore du platine divisé ou de la mousse de platine.

Le mieux est de calciner les nitrates au rouge sombre et de réduire les oxydes obtenus. Le nickel et le cuivre, plus faciles à préparer, sont réduits à moins de 200°.

La condition essentielle est que la molécule soit volatile à une température inférieure à 250°.

L'action hydrogénante peut s'exercer sur les composés éthyléniques, acétyléniques, aromatiques (benzine et ses homologues, phénol et ses homologues, aniline et ses homologues), hydroaromatiques, les aldéhydes forméniques ou cycloforméniques, les acétones forméniques ou cycloforméniques, les nitrites forméniques, l'oxyde de carbone, les amides, les oximes, etc.

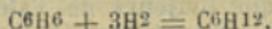
Avec l'*éthylène*, l'action commence entre 30 et 45° et, vers 140°, il se produit de l'éthane :



Au delà de 300°, il y a production de méthane et de carbures forméniques qui se condensent à l'état liquide.

Avec l'*acétylène*, l'action commence à froid et, au-dessus de 150°, il se forme des carbures condensables.

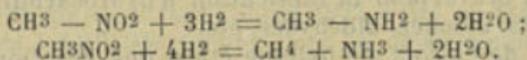
Avec le *benzène*, à moins de 180°, il y a formation de cyclohexane :



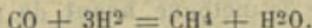
qui bout à 81° sous 755 millimètres. Sa densité, à 0°, par rapport à l'eau, à 4°, est 0,784 ; il fond à 6°,5.

Les divers carbures homologues du benzène, toluène, xylène, triméthylbenzène, etc., fixent l'hydrogène, en présence du nickel, avec la même facilité.

Avec le *nitrométhane*, il se produit vers 150 à 180° de la méthylamine ; à partir du 200° il y a, surtout à 300°, production de CH⁴ et de NH³ :

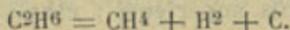


Avec l'*oxyde de carbone*, il se produit, au-dessus de 180°, de l'eau et du méthane :



Il en est de même, vers 300°, avec l'*anhydride carbonique*.

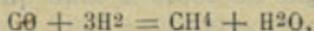
Le nickel peut, en outre, et à plus haute température, provoquer des dédoublements qui ne s'affirment nettement qu'au delà de 400° pour la plupart des carbures. Toutefois l'action désorganisée du nickel commence sur le méthane vers 350°, sur l'éthane vers 325° :



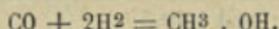
Le dédoublement du pentane commence à 350°, celui de l'éthylène à 300° en donnant du méthane, de l'éthane et de l'hydrogène ; celui du propylène à 210° ou un mélange de propylène, d'éthylène, de propane, d'éthane, de méthane et d'hydrogène.

Avec l'acétylène, l'action de décomposition est très énergique dès la température ordinaire avec du nickel fraîchement réduit au point d'amener l'incandescence du métal.

Oxyde de carbone. — L'oxyde de carbone se trouve, dans le gaz de fours à coke, dans la proportion de 6 à 7 0/0. Son point d'ébullition étant de - 190°, on conçoit combien sa séparation complète d'avec l'hydrogène est peu aisée, et pourtant il est indispensable d'avoir de l'hydrogène absolument exempt d'oxyde de carbone pour les importantes fabrications basées sur l'hydrogénation, l'oxyde de carbone étant un poison violent pour les catalyseurs qui interviennent dans ces diverses fabrications. Aussi a-t-on envisagé plusieurs procédés pour détruire l'oxyde de carbone. En pratique, la composition de l'hydrogène extrait du gaz a la composition suivante : hydrogène 89 0/0, azote 10 0/0, oxyde de carbone 1 0/0 que Claude en cherchant à le transformer en méthane par l'hydrogénation :



a constaté, dès la mise en œuvre du procédé, que l'eau issue de cette réaction, contenait presque toujours de l'alcool méthylique même en présence d'un catalyseur qui n'avait pas été préparé dans ce but :

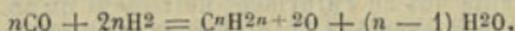


Dès lors, il orienta la réaction de CO sur H vers la production de l'alcool méthylique en étudiant le catalyseur qui devait favoriser le plus complètement cette production.

La Badische avait déjà trouvé, en 1914, que l'hydrogénation de CO sous pression pouvait donner lieu à autre chose que du méthane ; elle prenait un brevet pour la fabrication d'hydrocarbures et de leurs dérivés : alcools, cétones, aldéhydes, etc.

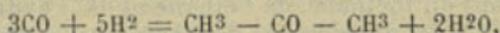
La synthèse de l'alcool méthylique étant une réaction d'équilibre limitée par l'élévation de température et favorisée par la pression, une certaine proportion de CO échappe à la réaction et il importe de la détruire, sous forme de méthane, avant de passer à la synthèse de l'ammoniaque.

L'alcool méthylique n'est pas le seul produit à provenir de l'hydrogénation de CO, car la réaction :

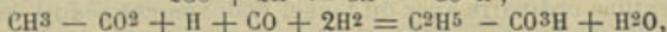
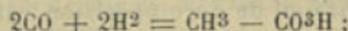


est générale et peut conduire à tous les alcools, c'est-à-dire à ceux qu'on appelle des alcools supérieurs : éthylique, propylique, amylique, etc.

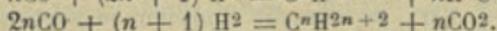
L'hydrogénation de CO peut conduire encore à l'*acétone* :



aux *acides* tels que l'acide acétique, propionique, etc.



aux *essences de pétrole synthétique* d'après les réactions :



On comprend, d'après ce qui précède, tout l'avenir que réserve l'utilisation du CO produit abondamment et économiquement par les fours à coke. Une infinité de synthèses du plus haut intérêt industriel s'offre à l'initiative des chercheurs.

Azote. — L'azote est un des gaz les plus utiles à l'industrie et surtout à l'industrie agricole. La fabrication de l'ammoniaque synthétique, des nitrures et des nitrates a pris un énorme développement.

Une partie de l'azote nécessaire à ces diverses fabrications peut être trouvée dans le gaz de fours à coke qui en contient de 10 à 12 0/0.

Au sujet de l'utilisation industrielle de l'azote, voir notre ouvrage : *Gites miniers et leurs prospections*, pages 61 et suivantes.

Pour montrer ce qu'est actuellement un bassin houiller au point de vue de l'industrie houillère, il nous paraît intéressant, pour illustrer en quelque sorte la métamorphose subie à peu près partout, principalement depuis 1918, de présenter la situation du bassin minier du Nord de la France depuis sa reconstitution. On se souvient de ce qu'était l'exploitation des vingt-quatre houillères en activité avant 1914 dans cette région ; voici ce qu'on en peut dire aujourd'hui, quoique parmi les mines sinistrées Lens et Liévin n'aient pas encore achevé, fin 1928, leur reconstitution.

La production nette, durant l'année 1927, a été de 33.228.000 tonnes ainsi réparties : 8.919.000 tonnes pour le département du Nord et 24.309.000 pour le Pas-de-Calais. Comme qualités, cette production comprend 37 0/0 de houille à gaz (flénuée), 39 0/0 de charbons gras (charbon de forge), 24 0/0 de charbon demi-gras et quart-gras, et 7 0/0 d'antracite. Cette production est, respectivement, pour ces deux départements, de 81 et de 83 0/0 de celle de 1913.

La production d'agglomérés s'est élevée à 2.351.000 tonnes dont 41.000 tonnes fabriquées en dehors des mines. Les usines annexes des usines ont donné 1.031.000 tonnes de briquettes et 1.279.000 tonnes de boulets ; c'est dire à quel point on tire parti des fines et des poussières, tout en utilisant le brai produit dans le traitement des goudrons.

La production de coke a atteint 4.086.000 tonnes. Sur ce total, les cokeries indépendantes ont fourni 491.000 tonnes et les cokeries annexées aux usines métallurgiques de la région 303.000 tonnes. Les houillères du Nord ont produit 1.154.000 tonnes et celles du Pas-de-Calais 2.138.000 tonnes ; la production des cokeries des houillères est supérieure de 27 0/0 à celle d'avant-guerre.

Le rendement en coke est de 77 0/0 du charbon enfourné.

La production du goudron brut a été de 149.000 tonnes, soit de 36 kilogrammes par tonne de coke, proportion croissant comme celle des charbons très gras du Pas-de-Calais dans les houilles enfournées ; 108.000 tonnes ont été soumises à la distillation, tant dans les usines des mines et des autres cokeries que par la société « huiles, goudrons et dérivés ».

L'ensemble a produit environ 67.000 tonnes de brai sur les 195.000 tonnes que consomment les usines à agglomérés du bassin de la naphthaline, de l'antracine et des huiles lourdes.

La production de benzol brut a atteint environ 35.000 tonnes, soit 8^{kg}.5 par tonne de coke, dont 16.000 tonnes ont été soumises à la rectification. La production des sulfates d'ammoniaque a été de 46.000 tonnes, soit 11^{kg}.3 par tonne de coke.

L'utilisation du gaz des fours à coke progresse toujours. Sur 57 mil-

lions de mètres cubes disponibles, 374 ont été employés pour les besoins des mines et de leurs centrales, 47 (hydrogène principalement) sont passés aux fabrications d'ammoniaque synthétique et des autres produits de synthèse, et 153 ont été livrés à divers établissements industriels: verrerie, et usines métallurgiques créées parfois spécialement en vue de cette utilisation, ainsi d'ailleurs qu'aux municipalités pour l'éclairage ou la force motrice des cités. C'est ainsi qu'a été commencée la canalisation destinée à alimenter la région Lille-Roubaix-Tourcoing.

La production d'ammoniaque synthétique tant par les mines que par leurs filiales, s'est élevée à 16.000 tonnes, celle d'alcool éthylique a dépassé 5.000 hectolitres, et celle, nouvellement montée, d'alcool méthylique, 2.000 hectolitres. La vente de courant électrique s'est maintenue tant sous forme de charbon que sous forme de gaz, déduction faite du courant acheté par les mines, à 217 millions de kilowatts-heures.

Les mines ont ou consommé, tant sous forme de charbon que sous forme de et : déduisant la part afférente au courant vendu 2.032.000 tonnes, les livraisons au personnel ont atteint 865.000 tonnes représentant respectivement 6,25 et 4,6 0/0 de la production nette.

La puissance installée des groupes électrogènes est de 470.000 kilowatts, sur lesquels 457.000 sont assurés par des turbines à vapeur vive: la puissance moyenne de ces groupes est de 5.600 kilowatts.

On passe aux lavoirs, à présent, un peu plus de 50 0/0 de la production brute, déchets de triage déduits. Les déchets de triage sont d'environ 10 0/0 de la production brute.

Les cokeries d'installation récente sont généralement à marche rapide; la production moyenne par four étant de 2.000 tonnes par an. La nouvelle cokerie de Marles et celle de Courrières passent des mélanges comprenant des fines maigres achetées au dehors.

Les installations d'ammoniaque synthétique se multiplient; citons celles de Béthune, Dourgès, Aniche, Anzin, Drocourt, Lens, etc., capables de fournir de 15 à 20 tonnes chacune.

Les mines de Nœux ont monté une usine de distillation pour la fabrication de boulets sans fumée avec récupération des goudrons.

La fabrication du benzol. — Il y a une vingtaine d'années, le benzol provenait uniquement du goudron des usines à gaz dont on en peut retirer au plus 1 0/0 en poids, soit 0^{rs},5 de benzol par tonne de houille distillée; mais, dès 1887, on commença de recueillir industriellement par dissolution dans des huiles, puis distillation et rectification, le benzol contenu dans le gaz des fours à coke métallurgique, ce qui était beaucoup plus rationnel, car les gaz n'étant, dans ce cas, qu'un sous-produit, on pouvait en extraire tout le benzol, soit 4 à 5 kilogrammes par tonne de houille distillée.

Tableau schématique des dérivés du benzol.

Le traitement du benzol donne les produits industriels suivants:	Benzène. (C_6H_6). qui donne :	Phénol. $C_6H_5.OH$	Acide salicylique.
			Aspirine.
			Acide picrique (Mélinite). $C_6H_2(AzO_2)_3.OH$. Se prépare en faisant agir l'acide azotique sur un mélange, en parties égales, de phénol et d'acide sulfurique.
			de potassium, $C_5H_2(AzO_2)_2.OK$. avec le salpêtre; il constitue des poudres pour les torpilles.
			d'ammonium, $C_5H_2(AzO_2)_2.OAzH_4$. très combustible.
			de calcium, baryum ou strontium. Mélangés à l'azotate de potassium, ils forment des poudres noires très employées en pyrotechnie et brûlent avec des flammes diversement colorées pour signaux.
			Dont on extrait les picrates :
			Fuschine.
			Indigo.
			Antipyrine.
Toluène. (C_7H_8).	Tolite (explosif).		
	Toluidines (couleurs).		
Xylène. C_8H_{10} .	Xylidines (couleurs).		
	Musc artificiel.		
Aniline $C_6H_5.AzH_3$.	Fuschine.		
	Indigo.		
		Antipyrine.	

L'extraction du benzol des gaz de cokeries comprend les opérations suivantes :

- 1° Lavage pour dissoudre le benzol contenu dans les gaz ;
- 2° Désessenciemment du produit obtenu pour avoir du benzol brut à 50 0/0 ;
- 3° Rectification de ce produit pour obtention du benzol brut à 90 0/0 ;
- 4° Traitement chimique pour obtention du benzol lavé à 90 0/0 ;
- 5° Rectification pour obtention du produit fini à 90 0/0.

La figure 97 explique et définit la consistance d'une usine servant à l'extraction du benzol brut et indique un des dispositifs les plus employés pour le lavage et le désessenciemment des gaz.

La figure 98, page 340, indique un des dispositifs employés pour le traitement chimique et la rectification du benzol brut.

Le *lavage* s'opère suivant divers modes mais surtout, comme le montre notre dessin, dans des tours dans lesquelles on fait circuler, à l'aide de pompes, de l'huile dite de lavage (huile de goudron distillant entre 200 et 300°).

Cette huile chemine en sens inverse des gaz venant des fours à coke et les dissout. Elle est répartie, au sommet des tours, à l'aide de divers appareils de distribution, et tombe sur des barreaux de claies disposés en chicane pour la mieux diviser, augmenter les surfaces de contact et briser le courant de gaz.

Pour *désessencier* cette *huile benzolée*, on porte sa température à 125° en la faisant passer d'abord dans un échangeur de chaleur où elle s'échauffe jusqu'à 75-80° aux dépens de l'huile chaude débenzolée sortant de la colonne distillatoire, puis dans un réchauffeur à vapeur. Elle passe ensuite dans la colonne distillatoire où elle descend de plateau en plateau, cédant, sous l'action d'un jet de vapeur ou d'un chauffage par serpentín, le benzol qu'elle contient, et qui se rend dans un condenseur où il se prépare de l'eau par différence de densité.

Pour *rectifier* ce benzol brut à 50 0/0 et l'élever à 90 0/0, on fait passer le benzol à 50 0/0 dans une nouvelle colonne distillatoire chauffée à la vapeur. A cette colonne est adjoint un analyseur ou cohobeur muni d'un séparateur de vapeurs et de liquides. On obtient ainsi le benzol brut à 90 0/0 qui est amené dans un nouveau laveur muni d'un agitateur où il est mélangé à de l'acide sulfurique concentré, puis dans un second laveur à agitateur, où il est traité par de la soude. Si la distillation permet d'enlever aux produits leurs impuretés de tête et de queue (naphtaline, goudron, etc.), elle ne peut les débarrasser, que par ce traitement chimique, de certains produits moyens nuisibles.

Le benzol, lavé à 90 0/0, est ensuite rectifié comme le benzol brut à 50 0/0 et donne, après cette ultime rectification, le benzol à 90 0/0, livrable au commerce.

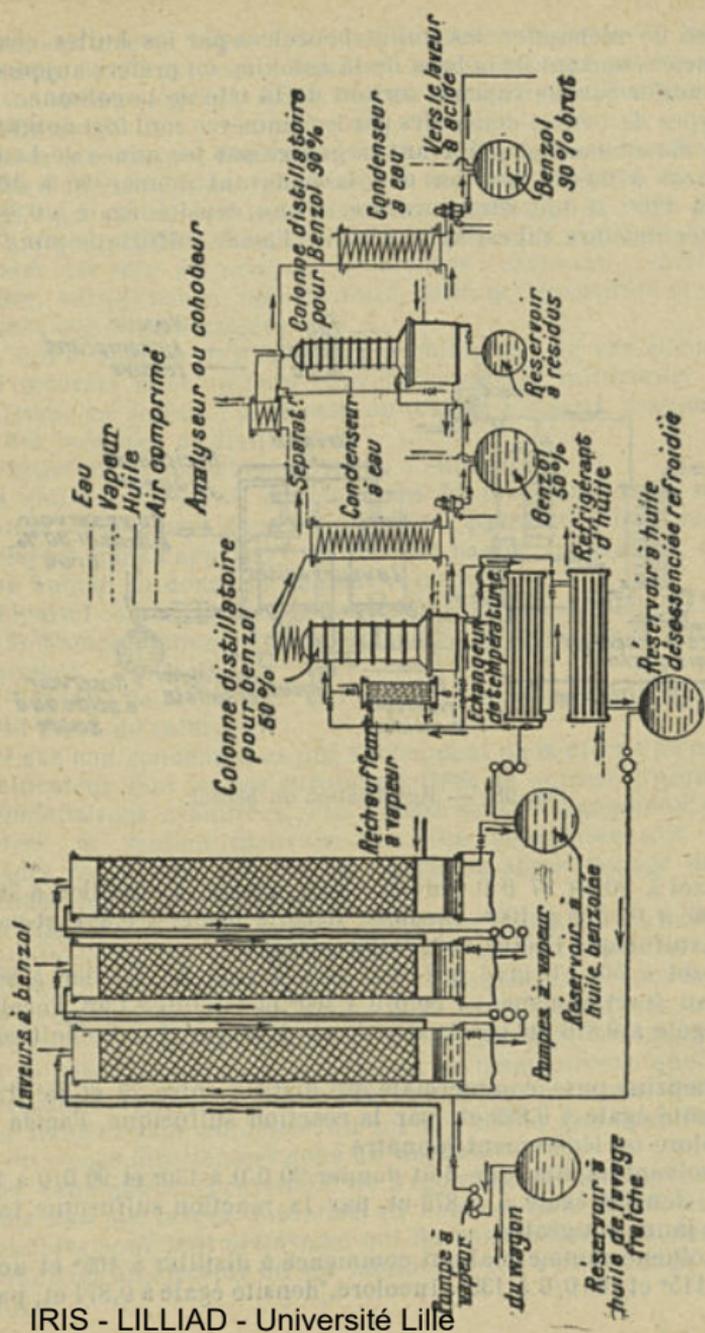


FIG. 97. — Extraction du benzol.

Au lieu de réchauffer les huiles benzolées par les huiles chaudes désessenciées sortant de la base de la colonne, on préfère aujourd'hui les réchauffer par les vapeurs sortant de la tête de la colonne.

Les types de benzol demandés par le commerce sont fort nombreux. Voici le classement adopté avant la guerre par les mines de Lens :

1° Benzol à 90 0/0 lavé ou non lavé devant donner 90 à 100° et 100 0/0 à 120°; il doit être incolore, d'une densité égale à 0,883, et doit rester incolore s'il est agité avec de l'acide sulfurique pur ;

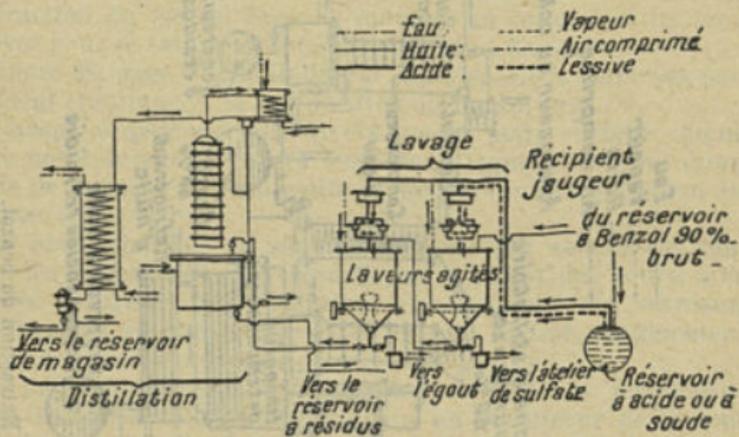


FIG. 98. — Rectification du benzol.

2° Benzol à 96 et 97 0/0 qui doit commencer à distiller à 76° et donner 96 à 97 0/0 à 100°. Incolore, densité égale à 0,884 et par la réaction sulfurique l'acide doit rester incolore ;

3° Benzol à 50 0/0 lavé qui doit commencer à distiller à 86° et donner au fractionnement : 50 0/0 à 100° et 100 0/0 à 130°. Incolore, densité égale à 0,876 et, par la réaction sulfurique, l'acide doit rester incolore ;

4° La benzine pure commerciale qui distille entre 79 et 85°. Incolore, densité égale à 0,899 et, par la réaction sulfurique, l'acide doit être incolore ou légèrement jaunâtre ;

5° Le solvant-naphta, qui doit donner 20 0/0 à 130° et 90 0/0 à 160°. Incolore, densité égale à 0,873 et, par la réaction sulfurique, laisse cet acide jaune rougeâtre ;

6° Le toluène commercial qui commence à distiller à 105° et donne 80 0/0 à 115° et 100 0/0 à 135°. Incolore, densité égale à 0,872 et, par la

réaction sulfurique, donne à l'acide une couleur légèrement jaunâtre ;
 8° Enfin, le benzol lourd, bouillant avant 200° qui est légèrement jaunâtre, densité égale à 0,884 et, par la réaction sulfurique, donne un acide rouge.

Atelier de sulfate d'ammoniaque. — En suivant la marche des liquides dans une usine de traitement des sous-produits, on constate que les eaux ammoniacales riches sont livrées, de la cuve dite des eaux ammoniacales à l'atelier à sulfate. Ces eaux contiennent généralement les sels ammoniacaux suivants : carbonate, sulfhydrate, cyanure, sulfo-cyanure, chlorhydrate, sulfate, hyposulfite et des sels d'amines organiques azotées.

Il s'agit de mettre en liberté le gaz ammoniac de ces éléments, et de le recevoir dans un bain convenable d'acide sulfurique, où il se transforme en sulfate ; pour cela on distille les eaux ammoniacales dans des colonnes de distillation.

La figure 99 est un schéma d'usine à sulfate.

Les eaux, à la sortie des colonnes de distillation, ne sont pas évacuées directement dans l'atmosphère, parce qu'il faut maintenir la pression dans l'appareil ; on les fait passer auparavant dans un siphon auquel on donne la hauteur convenable.

L'appareil contenant l'acide sulfurique et dans lequel se forme le sulfate d'ammoniaque est en bois doublé de plomb de 7 millimètres d'épaisseur.

On l'appelle le *saturateur* qui est suivi du *disperseur* reposant sur le fond élevé du saturateur.

Les gaz non condensables qui s'échappent de la cloche de captation du saturateur sont formés surtout de H₂S, de sulfure d'ammonium, de combinaisons cyanurées, etc. ; aussi sont-ils dangereux pour les ouvriers et sentent mauvais. On s'en débarrasse soit par des procédés chimiques, soit en les évacuant après passage dans une cheminée des fours à coke.

On dispose l'atelier de façon à placer les saturateurs à une hauteur telle que le sel et ses eaux mères s'écoulent facilement dans les égouttoirs ; il faut aussi que les essoreuses soient à côté des égouttoirs de façon à ce que l'on puisse faire passer sans peine, au moyen d'une pelle en bois ou en cuivre, le sulfate dans ces essoreuses, le fond de l'égouttoir étant sensiblement au même niveau que la partie supérieure du panier de l'essoreuse ; enfin les essoreuses doivent être à une hauteur telle au-dessus du sol de l'atelier que le sulfate tombe de l'essoreuse directement dans un wagonnet.

Les eaux mères, provenant de l'égouttage et de l'essorage, sont reçues dans de larges goulottes en bois doublées de plomb et bien accessibles pour leur nettoyage, qui les conduisent dans des bacs en plomb, d'où un éjecteur ou un monte-jus les refoule dans les saturateurs.

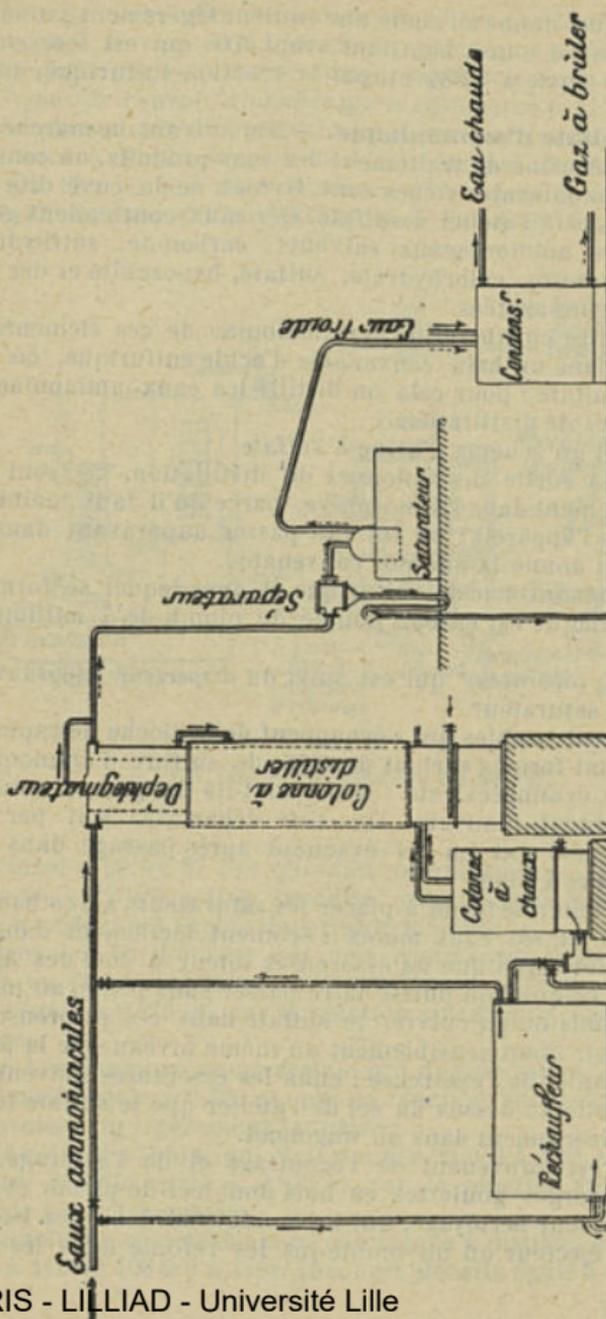


FIG. 99. — Atelier de distillation des eaux ammoniacales.

Atelier de distillation du goudron. — On en retire :

des eaux ammoniacales,
du benzol,
de l'huile à naphthaline,
de l'huile à anthracène,
du brai.

Les eaux ammoniacales sont recueillies et envoyées dans une cuve dite des eaux faibles.

Le benzol est traité à l'atelier à benzol que nous avons précédemment décrit. Les huiles reçues dans des cristallisoirs y laissent déposer, par refroidissement, la naphthaline et l'anthracène, et ces produits solides sont ensuite essorés ou passés au filtre-pressé. Les huiles lourdes obtenues sont livrées brutes au commerce.

Malgré toutes les précautions prises lors de la décantation des sous-produits, le goudron contient toujours plus ou moins d'eau ammoniacale, dont il faut le débarrasser avant la distillation afin d'empêcher que l'eau rende l'ébullition tumultueuse et occasionne des projections au dehors.

On se sert de déshydrateurs dont le plus classique est celui de P. Mallet.

C'est aussi la chaudière Mallet qui sert à distiller le goudron.

La figure 100 donne tous les détails d'un atelier de distillation des goudrons.

Les matières colorantes artificielles extraites du goudron de houille. — Nombreuses sont les couleurs qui « dérivent » du goudron de houille.

Les huiles de goudron, séparées du « brai », donnent les matières premières qui, soumises à une suite de réactions nitrantes, oxydantes ou réductrices, produisent des familles de matières colorantes en même temps que des familles d'explosifs.

Dans l'état actuel de la science, voici quelle est l'interprétation des faits dominant l'industrie des matières colorantes. Il existe une série de corps dits *chromophores* qui, introduits dans certains corps incolores, transforment ceux-ci en corps *chromogènes*, c'est-à-dire susceptibles d'engendrer une matière colorante qui s'obtiendra en introduisant dans le chromogène un *auxochrome* convenablement choisi.

Un même corps incolore peut ainsi, suivant la façon dont il est traité, produire des matières colorantes de couleurs très différentes.

Les chromophores sont nombreux, tandis que les auxochromes sont, au contraire, en petit nombre.

En traitant le *benzène*, successivement par l'acide sulfureux, l'acide azotique, le fer et l'acide chlorhydrique, on obtient de nombreux dérivés du benzène. Les Allemands, en 1914, avaient catalogué 922 matières colorantes, parmi ces dérivés du benzène. Bien entendu,

il y a un choix à faire entre toutes ces substances, toutes n'étant pas susceptibles d'applications industrielles d'égale importance.

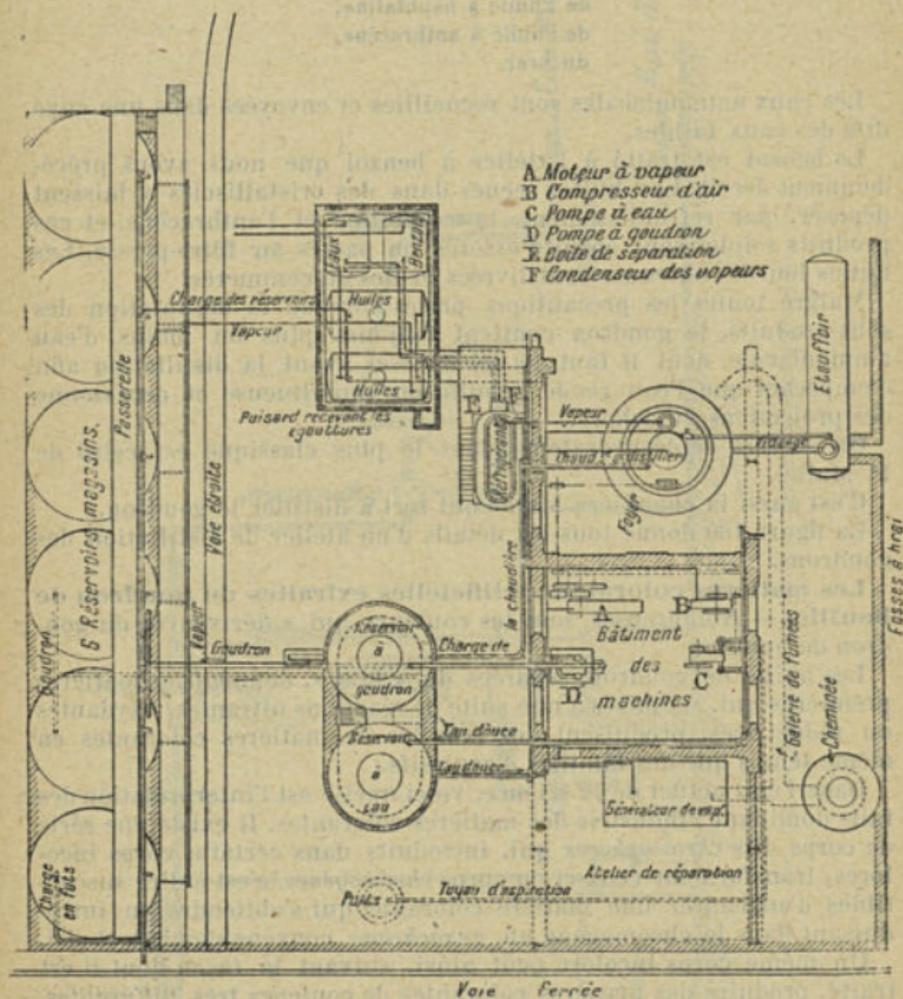


FIG. 100. — Atelier de distillation des goudrons.

La prédominance des Allemands dans cette industrie tient aux recherches patientes de ses nombreux chimistes d'usines et à la puissance financière des fabricants. Trois des plus grosses firmes alle-

mandes : la *Badische* (Ludwigshafen, avec succursale française à Neuville-sur-Saône) ; *Bayer* (Elberfeld, avec succursale française à Flers dans le département du Nord) ; *Farbwerke* (Höchst-sur-Mein, avec succursale française à Creil), ont élevé leur capital de 50 à 90 millions.

La recherche de l'indigo artificiel a coûté *plusieurs millions* à la *Badische Anilin* ; mais cette dépense énorme a été vite récupérée. L'indigo naturel venait des Indes qui, en 1896, en exportaient pour 45 millions ; en 1911, ce chiffre tombait à 6 millions pendant que l'exportation de l'indigo synthétique allemand montait à 65 millions.

L'alizarine artificielle, qui a ruiné, chez nous, particulièrement dans le département de Vaucluse, la culture de la garance, s'est trouvée, en fait, monopolisée par l'Allemagne qui en fournissait pour 12 millions à l'étranger, sans compter 45 millions d'autres colorants : rouge, bleu, jaune, vert d'alizarine.

Les couleurs d'aniline venant d'Allemagne atteignaient 117 millions.

Bref, avant la guerre, l'Allemagne vendait, aux autres pays, 280 millions de matières colorantes, et les dividendes des grandes sociétés productrices se maintenaient au voisinage de 25 0/0. Sur une production mondiale de 500 millions, l'Allemagne apportait 340 millions, soit 80 0/0 ; la Suisse, 32 ; et la France, 25 0/0.

Il vient de se fonder, en France, la « Société nationale des matières colorantes » qui, avec les usines Poirier, de Saint-Denis, est déjà parvenue à modifier, en notre faveur, cet état de choses.

VIII. — LE LEVER DE PLAN SOUTERRAIN

Tout leve d'un plan se réduit à des mesures de distances et d'angles.

Étant donné un ensemble de points à relever, on peut imaginer diverses figures géométriques pour les relier entre eux ou avec d'autres points. Chacune d'elles constitue une méthode particulière de lever.

Par exemple, si on suppose les points reliés par des lignes droites (*fig. 101 a*), celles-ci forment une série de triangles qui ont successivement un côté commun. En mesurant, dans chaque triangle, un nombre d'éléments suffisant pour le déterminer, on obtient les autres éléments par le calcul trigonométrique ou par une simple construction graphique.

Cette méthode, peu employée en *topographie*, est d'usage constant en *géodésie*.

On mesure avec précision un des côtés et on détermine avec soin tous les angles.

C'est la méthode appelée *triangulation*.

On trace un axe quelconque OM (*fig. 101 b*) et l'on cherche les pieds *a, b, c, d, ...*, des perpendiculaires abaissées de chacun des points A, B, C, D, ..., sur cet axe. Puis on mesure les deux coordonnées *Oa, Aa; Ob, Bb; Oc, Cc*.

C'est la méthode dite des *coordonnées*.

On choisit, d'autres fois, un point O quelconque (*fig. 101 c*) sur le plan, et on y suppose les points donnés rattachés par des rayons vecteurs OA, OB, OC, ... On mesure les longueurs de ces rayons et les angles qu'ils font entre eux, ou plutôt avec un axe fixe OX. C'est ainsi qu'un point tel que A se détermine par la distance OA et par l'angle AOX.

C'est la méthode par *rayonnement*.

La méthode par *cheminement* suppose les points successifs réunis par des lignes droites formant un polygone, dont on mesure successivement les côtés et les angles. Si l'on part du point A (*fig. 101 d*), on mesure le côté AB, puis l'angle BeD, et ainsi de suite.

La méthode des *intersections* (fig. 101e) suppose chaque point réuni par des rayons vecteurs aux deux extrémités MN d'une base rigoureusement mesurée. On détermine chaque point tel que A à l'aide de MN et des angles adjacents AMN et ANM.

De ces cinq méthodes, les plus employées sont le cheminement pour les bases et les tracés, et les coordonnées pour les détails.

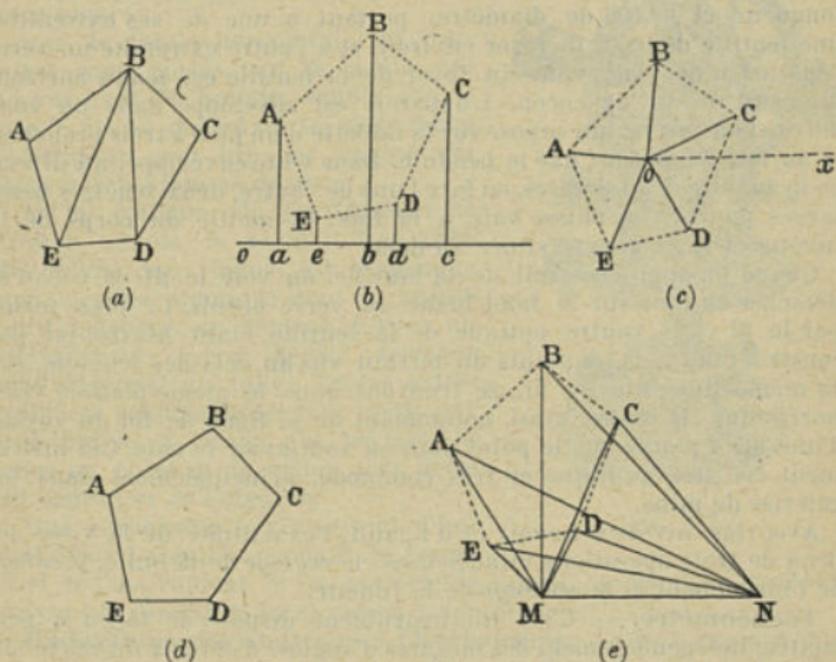


FIG. 101.

Nivellement. — Consiste à déterminer la différence de niveau entre deux points A et B. On se sert pour cette détermination de *niveaux* et de *mires*,

Un niveau est un instrument disposé de façon à déterminer un plan : plan de visé, dans lequel la visée est constamment horizontale.

Une mire est une tige que l'on place sur les points, de façon à en rendre la verticale apparente.

Il y a deux types généraux de mires : *mires à voyant* et *mires parlantes*.

Il y a deux genres de niveaux : les *niveaux à lunettes* et à *bulle d'air* : Lenoir, d'Egault, à bulle indépendante ; et les *niveaux sans lunettes* : niveau d'eau, niveau à pinnules et niveau à collimateur

du colonel Goulier. Ce dernier instrument sert aux mêmes usages que le niveau d'eau et donne une précision au moins égale sans en avoir les inconvénients.

Un pendule P à tige rigide est suspendu à un point fixe A, par l'intermédiaire d'une articulation double à la cardan. Sur la tige de ce pendule, et perpendiculairement à la verticale qui joint son centre de gravité au point A, est fixée une petite lunette, de 0^m,025 de longueur et 0^m,006 de diamètre, portant à une de ses extrémités une lentille de 0^m,02 de foyer environ, et à l'autre extrémité un verre dépoli. Un peu en avant du foyer de la lentille est tendu horizontalement un fil de cocon. L'appareil est enveloppé dans un tube vertical en cuivre, qui se pose sur la tablette d'un pied à trois branches et au toit duquel est fixé le pendule. Dans cette enveloppe, au niveau de la lunette, sont percées, en face l'une de l'autre, deux fenêtres assez larges pour qu'on puisse voir, à la fois, la moitié du corps de la lunette et la campagne située au delà.

Quand on approche l'œil de la lentille, on voit le fil de cocon se détacher en noir sur le fond blanc du verre dépoli. Le plan formé par le fil et le centre optique de la lentille étant horizontal par construction, tous les points du terrain vus au delà des fenêtres, sur la même ligne que le fil, se trouvent dans le même plan de visée horizontal. Il en est ainsi notamment de la ligne de foi du voyant d'une mire placée sur le point dont on veut avoir la cote. Cet instrument est très pratique et très commode, principalement dans les galeries de mine.

Avec les niveaux Lenoir et d'Egault, l'exactitude de la visée dépend de trois opérations minutieuses : le *réglage* de la bulle, le *calage* de l'instrument et le *centrage* de la lunette.

Tachéomètre. — C'est un instrument disposé de façon à permettre, indépendamment des mesures d'angles, d'obtenir directement, par simple lecture, la distance du centre de l'instrument à la mire. Il comprend :

Une lunette anallatique supportée par deux montants verticaux placés sur un cercle horizontal répétiteur pour la lecture des angles azimutaux. Sur l'axe de cette lunette sont fixés un cercle également répétiteur, pour la détermination des angles zénithaux ou verticaux et du côté opposé, un cercle contrepoids.

Sur la colonne de l'instrument est monté le tube magnétique et l'ensemble repose, par l'intermédiaire d'un triangle, à trois vis calantes, sur un pied à translation destiné à la mise en station rapide de l'instrument.

L'un des montants porte un niveau à bulle d'air pour le calage. Dans la plupart des cas on ajoute, pour la facilité des lectures, des lampes et des réflecteurs aux quatre verniers, plus un niveau à bulle indépendante sur la lunette et un niveau à cheval sur l'axe.

La lunette est à objectif double et à oculaire à fort grossissement.

Dans les tachéomètres du constructeur Morin, on a abandonné, dans les lunettes, l'usage des fils d'araignée formant le réticule et même celui des traits gravés sur un verre supplémentaire, ce qui avait l'inconvénient d'enlever de la clarté à la lunette. C'est la face plane du verre de champ de l'oculaire qui est grossie. Les tachéomètres sont ainsi :

Sur le cercle horizontal, les verniers sont portés par la partie qui tourne avec la lunette, tandis que le cercle divisé reste fixe. De cette façon l'opérateur peut lire les angles des deux cercles sans se déplacer.

A la colonne de l'instrument se trouve adapté le déclinaire : tube de cuivre dans lequel est suspendue une aiguille aimantée dont la pointe nord recourbée se déplace devant un cadran sur verre dépoli fermant une extrémité du tube ; l'autre extrémité est également fermée, mais par une lampe à tirage qui permet la mise au point et la vision très nette du cadran et de l'aiguille.

Une suspension à vis permet d'immobiliser l'aiguille pendant le transport de l'instrument, et un système de rappel, de décliner l'aiguille suivant la direction du méridien magnétique.

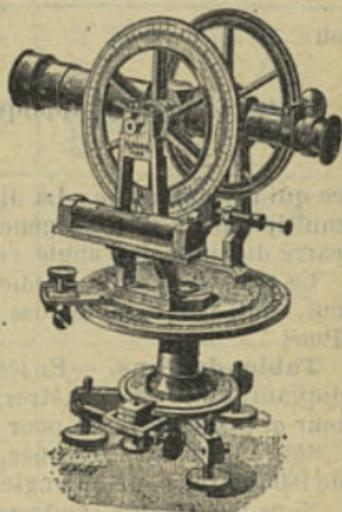


Fig. 102.

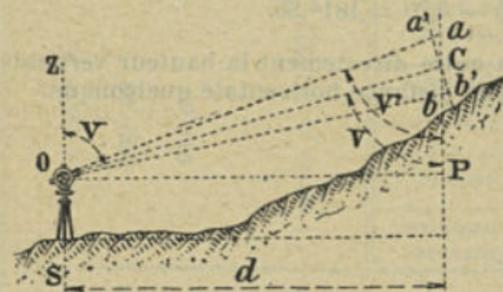


Fig. 103.

Réductions des distances à l'horizontale. — En topographie les distances à mesurer doivent toujours être rapportées à l'horizontale. Soit pour les deux points S et M à déterminer d distance horizontale de SM (fig. 103).

Soit g la longueur ab interceptée sur la mire par deux traits du réticule, g' la longueur $a'b'$ qui serait interceptée sur une mire perpendiculaire à la ligne de visée OC : g' mesure la distance OC .

Soient V l'angle zénithal et d la projection horizontale de OC .

Dans le triangle OPC on a :

$$(1) \quad d = OC \sin V = g' \sin V.$$

Or l'angle αOC étant très petit, on peut considérer $a'C$ comme perpendiculaire à Oa' et l'angle OaC comme égal à V , ce qui donne :

$$Ca' = Ca \sin V,$$

ou

$$g' = g \sin V.$$

Cette valeur de g' appliquée dans la formule (1) donne :

$$d = g \sin^2 V,$$

ce qui revient à dire : La distance réduite à l'horizontale s'obtient en multipliant le nombre générateur g lu directement sur la mire par le carré du sinus de l'angle vertical.

La réduction de la distance à l'horizontale s'obtient soit par le calcul, soit par l'emploi des règles tachéométriques ou des tables de Pons.

Tables de Pons. — Entête de chaque page, se trouve un tableau indiquant, de 10 en 10 mètres, la quantité à déduire du nombre générateur g , lu sur la mire, pour obtenir la distance horizontale.

Soit à trouver la distance horizontale pour un nombre générateur de 180 mètres pour un angle de $108^{\circ},40$.

Nous voyons que, pour cet angle, la quantité à déduire du nombre générateur est de $3^{\text{m}},10$ à 180 mètres et nous avons, pour la distance horizontale :

$$d = 180 - 3,10 = 176^{\text{m}},00.$$

Si le nombre générateur était 185, la quantité à déduire serait la moyenne entre 3,10 pour 180 et 3,30 pour 190, soit 3,20 et l'on aurait :

$$d = 185 - 3,20 = 181^{\text{m}},80.$$

La table de Pons donne en outre directement la hauteur verticale pour un angle déterminé et une distance horizontale quelconque.

MODÈLE		ANGLE VERTICAL										QUANTITÉ A DÉDUIRE DU NOMBRE GÉNÉRATEUR pour obtenir la distance horizontale				Hauteur verticale			
		108 ^{er} ,40		91 ^{er} ,60		—		1 mètre = 0,13272		60	1,0	110	1,9	160	2,8			210	3,6
1	1	2,79	61	8,10	101	13,40	141	18,71	181	24,02	221	29,33	261	34,64	2	2	2	2	2
2	3	2,92	2	23	2	54	2	85	2	16	2	46	2	77	3	3	3	3	3
3	4	3,05	3	36	3	67	3	18,98	3	29	3	60	3	34,91	4	4	4	4	4
4	5	4	4	49	4	80	4	19,11	4	42	4	73	4	35,04	5	5	5	5	5
5	7	5	5	63	5	13,94	5	24	5	55	5	86	5	17	6	6	6	6	6
6	8	6	6	76	6	14,07	6	38	6	69	6	29,99	6	30	7	7	7	7	7
7	9	7	7	8,89	7	20	7	51	7	82	7	30,13	7	44					

Mire Moinot ordinaire. — La mire employée en tachéométrie se compose de deux règles de 2 mètres assemblées à charnières et pouvant se replier pour faciliter le transport et protéger en même temps les divisions.

Pour assurer la rigidité de la mire lorsqu'elle est ouverte, elle est munie d'une barre de renfort pouvant coulisser le long de l'une des règles et se fixer à l'autre à l'aide d'une vis.

Enfin, pour permettre de la tenir verticale, la mire Moinot, du nom de son inventeur, est munie d'un perpendiculaire, long fil à plomb rigide fixé latéralement.

La mire Moinot est peinte en blanc; les divisions, de 0^m,01 de large, sont peintes alternativement en bleu et en rouge.

Lorsque les centimètres, par suite de l'éloignement, cessent d'être nettement visibles, on apprécie encore très nettement les groupes que l'on subdivise à l'œil.

Dans les tachéomètres les plus employés, de 0^m,16 de diamètre et au-dessus, l'écartement de la stadia ou angle stadimétrique est de $\frac{1}{200}$. C'est-à-dire qu'on lit 0^m,50 sur la mire placée à 100 mètres. Chaque centimètre correspond alors à une distance horizontale de 2 mètres.

La mire permet de lire les distances jusqu'à 800 mètres en se servant des deux fils extrêmes.

On peut l'utiliser pour les distances plus grandes encore en se servant du fil axial et de l'un des fils extrêmes, mais les données n'offrent plus alors les garanties d'exactitude qu'on doit demander au tachéomètre.

Mire Moinot spéciale. — Les instruments de 0^m,13 et de 0^m,10 de diamètre ont l'angle stadimétrique de $\frac{1}{100}$.

On utilise le plus souvent encore avec ces tachéomètres la mire Moinot décrite ci dessus; mais certains opérateurs préfèrent dans ce cas une mire semblable, mais dont les divisions ont 0^m,02 de large au lieu de 0^m,01.

Leur groupement est d'ailleurs le même, mais les distances lues avec les deux fils extrêmes ne vont que jusqu'à 400 mètres seulement.

Mire en trois parties. — La Maison H. Morin a appliqué très heureusement les divisions de la mire Moinot à la mire en trois parties, système du colonel Goulier, dont les dimensions d'encombrement et le poids sont notablement réduits, bien que la hauteur développée (4^m,60) soit au contraire supérieure à celle de la mire Moinot ordinaire.

Elle est munie d'ailleurs comme cette dernière d'une poignée rigide et d'un perpendiculaire qui en assure la verticalité.

Mise en station. — Lorsque l'instrument est sorti de la boîte, l'opérateur le pose sur le pied et engage la vis de la pompe dans le trou taraudé du triangle de l'instrument. Il tend ensuite le ressort de cette pompe de façon à maintenir l'instrument sur le pied, ceci en tournant le deuxième bouton moleté de la pompe. Il est essentiel de suivre exactement ces indications pour bien fixer l'instrument sur son pied.

Le pivot de l'instrument devant se trouver exactement au-dessus du point de station, on y parvient facilement, à l'aide du pied à translation, en fixant un fil à plomb au crochet de suspension de la pompe et en déplaçant le plateau supérieur du pied jusqu'à ce que ce fil à plomb soit exactement au-dessus du piquet ; il suffit pour cela de desserrer l'écrou de l'excentrique et de faire mouvoir, à la main, le plateau supérieur du pied à translation. Quand le point de station est obtenu, on resserre l'excentrique à l'aide de son écrou et les deux plateaux se trouvent réunis.

Calage. — Le calage consiste à mettre horizontal le plateau de l'instrument : pour cela on amène le niveau fixe du montant parallèlement à deux vis calantes et on agit sur l'une d'elles de façon que la bulle vienne entre ses repères ; on fait ensuite tourner l'instrument de 90°, c'est-à-dire qu'on l'amène dans une position perpendiculaire à la première et on agit sur la troisième vis calante jusqu'à ce que la bulle revienne dans sa position ; cette opération répétée plusieurs fois permet de mettre l'instrument parfaitement de niveau.

Lorsque l'instrument possède un niveau pouvant se mettre à cheval sur l'axe, on le place dans cette position et on amène le niveau fixe du montant parallèle à deux vis calantes ; on peut alors agir simultanément sur les trois vis de calage pour amener les deux bulles entre leurs repères. Cette méthode facilite la mise en station et en abrège la durée. Il suffit ensuite de faire faire un simple quart de tour à l'instrument, pour vérifier l'horizontalité du plateau ; cette vérification doit en effet être faite avec le niveau du montant sans s'occuper de niveau à cheval sur l'axe, mais elle s'opère alors instantanément et sans tâtonnement.

N.-B. — Avoir toujours soin avant toute opération de munir la lunette de son couvre-soleil, non seulement pour augmenter la netteté de la lunette mais encore pour le bon équilibre.

VISÉES

La lunette étant dirigée vers un fond clair, on met tout d'abord les traits du réticule au point en faisant mouvoir le petit tirage au moyen du premier bouton complété de l'oculaire jusqu'à ce qu'on

distingue très nettement les traits du réticule ; cela fait, la position de ce tirage pour un même opérateur n'a pas besoin d'être changée, seule la mise au point sur un objet plus ou moins éloigné se fait en allongeant, à l'aide de la crémaillère, le coulant porte-oculaire.

Lecture des distances sur la mire. — La lunette étant dirigée sur la mire, on agit sur le rappel du cercle vertical de façon à amener le trait supérieur du réticule sur une division numérotée de la mire et on lit la valeur de cette division que l'on inscrit sur le carnet.

On lit ensuite la valeur de la graduation sur laquelle se trouve le trait inférieur et on inscrit cette valeur au-dessus du premier chiffre. C'est la différence entre ces deux chiffres qui donnera le nombre générateur.

C'est ainsi que dans la figure ci-contre on lira sur le fil supérieur $0^m,800$ et sur le fil métallique $0^m,976$.

Le nombre générateur sera :

$$0^m,976 - 0^m,800 = 0^m,176.$$

Comme vérification de ces lectures, on en prend la moyenne qui doit correspondre à la lecture du fil axial, soit : $0^m,888$.

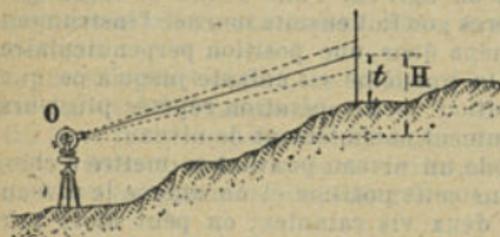


FIG. 104.

Nivellement tachéométrique. — Les tachéomètres munis d'un niveau à bulle indépendante permettent d'opérer comme avec les niveaux à lunette, pour le nivellement direct.

Dans le nivellement tachéométrique, on détermine d'abord la cote O de l'axe de l'instrument qui est égale à celle du point de station marqué sur le sol augmentée de la hauteur de l'axe de la lunette au-dessus du sol, hauteur qu'on mesure directement.

Pour déterminer ensuite la cote d'un point quelconque, deux cas peuvent se présenter.

1° Si l'on descend, c'est-à-dire si $V > 100$ grades,

la cote du point $B = \text{cote } O = H - t$ ou $\text{cote } = (H + t) = \text{cote } O = K$;

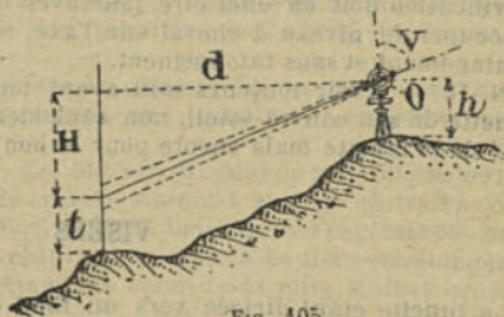


FIG. 105.

2° Si l'on monte, c'est-à-dire si $V < 100$ grades, la cote du point B = cote OH = t ou cote O + (H - t).

Dans ce cas on peut avoir : 1° $t < h$; 2° $t > h$.

PREMIER CAS. $t < h$:

H - t ou K est alors une quantité positive, et on a cote B = cote O + K.

DEUXIÈME CAS. $t > h$:

H - t devient une quantité négative et l'on a B = cote O - K.

Dans les formules ci-dessus, les différentes quantités sont données directement par l'instrument; t est la hauteur du fil axial, V est l'angle vertical lu sur le tachéomètre; seule la valeur de H est à déterminer.

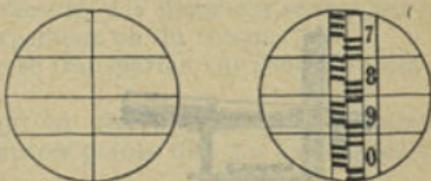


FIG. 106.

Or le simple examen de la figure 106 permet de voir que l'on a toujours :

$$H = d \cotang V.$$

Cette hauteur verticale est obtenue soit à l'aide des tables de Pons (Voir page 351), soit à l'aide de la règle tachéométrique, soit encore par le calcul à l'aide des tables de Granet.

Tachéomètres auto-rapporteurs. — Ces appareils ont pour but de supprimer tout calcul de réduction de la distance à l'horizontale et donnent, en même temps, la pente exprimée en dixièmes de millimètre par mètre. La différence de niveau s'obtient donc en multipliant la distance lue directement sur la mire par la pente lue sur une règle verticale adaptée à l'instrument.

On a imaginé et construit divers types de tachéomètres auto-réducteurs (Charnot, Sanguet, Morin-Despiau, etc.).

Le modèle Morin-Despiau, construit par H. Morin, fait marquer automatiquement par l'instrument la distance entre la station et le point visé.

Le tachéomètre Vittoz est une heureuse combinaison du tachéomètre auto-réducteur à levier de Sanguet avec un système rapportant directement sur le plan à la fois les distances et les angles. Il peut être employé séparément comme tachéomètre auto-réducteur-rapporteur et comme auto-réducteur seul, car sa partie supérieure étant amovible peut être enlevée et placée dans une embase triangulaire à vis calantes pour n'être alors qu'un tachéomètre auto-réducteur à levier ordinaire.

L'axe du tachéomètre Vittoz, tel que le livre la maison H. Morin, est placé dans un support en bronze que l'on pose sur une planchette (fig. 107). Une règle graduée, reliée à l'axe de rotation de la

lunette, permet de tracer directement les directions de la lunette et en même temps de fixer les points sur le papier. Il permet par la suppression des lectures d'angles et par l'application immédiate, sur le plan, des distances lues sur la mire, réduites à l'horizontale, de faire un lever beaucoup plus rapidement qu'avec tout autre procédé. Il donne très simplement les trois coordonnées d'un point en grandeur et en position.

Le constructeur de cet instrument fournit un papier spécial dont la

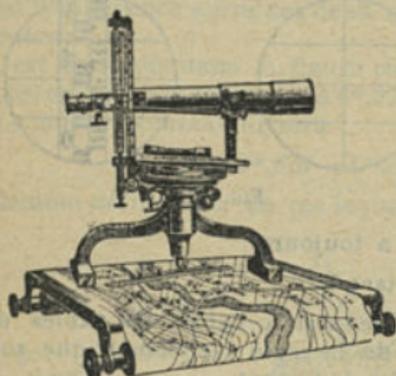


FIG. 107.

face qui n'est pas destinée au dessin est recouverte d'une pellicule d'aluminium. De cette façon le plan ne subit aucune altération du fait de l'état hygrométrique du plein air.

Le tachéomètre permet aussi de déterminer la méridienne, de rattacher un point quelconque aux points trigonométriques des cartes de l'état-major, de faire des opérations sur le soleil ou les étoiles, etc.

Les diverses opérations tachéométriques sont partagées entre plusieurs agents: mètres, calculateurs, dessinateurs, ce qui abrège la durée du travail.

L'adjonction d'un appareil photographique au tachéomètre ou au théodolite (photo-théodolite H. Morin) permet de prendre, avec six vues, le tour entier de l'horizon; par une disposition spéciale dans la chambre noire, on reproduit, sur chaque photographie, les images de la ligne d'horizon, de la ligne principale et du point principal.

Pour les levés et nivellements ordinaires, on inscrit les cotes sur des croquis; mais dès qu'il s'agit d'un levé s'étendant sur plusieurs hectares, on consigne les résultats sur des carnets de divers modèles.

Mesure des angles. — La mesure des angles se fait à la *planchette* et aux divers *goniomètres*: cercle géodésique, graphomètre pantomètre et aussi à la *boussole d'arpenteur*.

Le cercle géodésique de précision se compose d'une lunette astronomique adaptée à un arbre horizontal qui peut se mouvoir sur deux tourillons supportés par les colonnes verticales. La base de ces colonnes est fixée à un plateau, qui peut se mouvoir autour d'un pivot vertical. L'appareil repose sur un trépied à vis calantes.

Si l'axe des tourillons est horizontal, et si l'axe optique de la lunette

est bien perpendiculaire à l'axe des tourillons, tous les points visés sont dans un même plan vertical, quelle que soit l'inclinaison donnée à la lunette.

Avant d'opérer, il faut procéder :

- a) Au réglage de l'arbre de la lunette;
- b) Au centrage de l'axe optique.

Le graphomètre est un cercle géodésique simplifié qui donne les angles à l'aide d'un limbe réduit à un demi-cercle et dont l'alidade à lunette est remplacée par une alidade à pinnules.

Mesure des distances. — La mesure des distances se fait par le *chainage* à l'aide de la chaîne d'arpenteur ou du ruban.

Le chainage exige qu'on puisse se transporter sur tous les points de la ligne à mesurer.

La *stadia* et le *tachéomètre* qui en dérive permettent de mesurer une distance sans aborder d'autres points que les extrémités de la ligne.

La mesure des distances à la *stadia* est sujette à des erreurs, dont voici les principales :

a) L'angle stadimétrique peut n'être pas parfaitement réglé, en sorte que le rapport de la lecture à la longueur ne soit pas rigoureusement celui que l'on suppose. S'il était, par exemple, de 0.01001 au lieu de 0.01, il en résulterait une erreur systématique de 1.000;

b) La mire peut n'être pas tenue parfaitement verticale : il en résulte une erreur tantôt en plus, tantôt en moins, qui prend une importance notable dès que la visée s'écarte sensiblement de l'horizontale ;

c) Comme on n'apprécie que par estime les fractions de division de la mire, l'estime peut être et est généralement fautive.

La *stadia* est malgré cela aussi avantageuse que la chaîne au point de vue de la précision ; elle est même supérieure dans les terrains très accidentés.

Le *collimateur du colonel Goulier* a été perfectionné par le constructeur H. Morin.

Dans le nouveau modèle, la petite lunette a été remplacée par une loupe Stanhope évitant toute erreur de parallaxe avec, au lieu du fil de cocon, un trait horizontal gravé chimiquement par la photographie.

L'instrument est réglé par construction de telle sorte que les visées, passant par le trait, soient toujours horizontales quand le pendule est au repos.

Des fenêtres sont ouvertes dans l'enveloppe en face l'une de l'autre et à la hauteur du collimateur. Quand on approche l'œil de la loupe, on voit le trait se détacher en noir sur le fond blanc du verre dépoli.

Le trait est placé de telle façon par rapport à la loupe que cette ligne apparaît comme si elle était placée à 30 mètres environ de l'instrument, ce qui facilite les lectures sur la mire.

La visée étant horizontale, tous les points de l'extérieur vus au delà des fenêtres, sur la même ligne, sont dans le même plan horizontal.

Il suffit par conséquent d'amener la ligne de foi du voyant en coïncidence avec le trait horizontal pour lire la cote cherchée.

La coïncidence se fait facilement grâce au mouvement horizontal qui fait pivoter toute la partie haute du collimateur, tandis que le corps cylindrique reste fixe.

Cette disposition assure plus de stabilité que dans le modèle primitif dans lequel le mouvement était placé à la partie inférieure.

Pour les levés de profils en travers et pour tous les petits travaux topographiques nécessitant un nivellement, une mesure d'angles et une mesure de pente, Morin a joint au collimateur une échelle de pentes et un cercle horizontal divisé en degrés.

Enfin, le même constructeur a réalisé l'*omnimètre* qui donne à la fois : le nivellement, la mesure des angles, la mesure des pentes et la mesure des distances. Il réunit ainsi, en un seul instrument, le niveau-collimateur à échelle de pentes et à échelle stadimétrique et le pantomètre à rappel.

Il se compose, en effet, d'un goniomètre à pinnules divisé, à deux verniers et à rappel, dans le corps duquel est logé un collimateur à échelle de pentes et à échelle stadimétrique dont le pendule, de forme spéciale, comporte des ouvertures permettant les visées à travers les pinnules du pantomètre.

Le zéro de l'échelle des pentes donne le nivellement.

Les divisions de cette même échelle donnent les pentes en centimètres et demi-centimètres par mètre jusqu'à 30 0/0 au-dessus et au-dessous de l'horizontale.

Enfin, une échelle stadimétrique complète le système optique et donne les distances par simple lecture de deux divisions sur une mire à deux voyants espacés de 2 mètres. Les distances lues vont depuis 5 mètres jusqu'à 60 mètres.

Le niveau à échelle de pentes et le pantomètre étant complètement indépendants, ils conservent toute leur précision respective et le pendule ne gêne aucunement les opérations de mesure des angles horizontaux.

La disposition du pendule, dont la tige est formée d'un tube fraisé à 90°, permet les lectures lorsque le pendule est arrêté; ce qui est très important, car le pendule mobile générerait les visées ou obligerait chaque fois, à arrêter ses oscillations (fig. 108).



FIG. 108.

Pour mettre l'omnimètre en station, il suffit, après l'avoir installé sur le pied, de tourner, de gauche à droite, le mouvement hélicoidal pour dégager le pendule et permettre, en même temps, les visées au pantomètre.

La position verticale est obtenue rapidement avec le pied à quatre vis calantes à translation ou, par tâtonnements, avec le pied ordinaire à trois branches.

Les oscillations du pendule sont arrêtées instantanément en appuyant le doigt une fois ou deux sur le bouton qui agit sur le frein et en le retirant sans secousse.

Pour faire le nivellement, il suffit de viser par la fenêtre réservée à la hauteur du collimateur en regardant le trait zéro de ce collimateur et en déplaçant légèrement l'œil vers la gauche.

Lorsque les rayons visuels passent juste sur le bord de la lentille, le trait semble se projeter sur les objets vus directement à travers la fenêtre.

Il suffit, par suite, pour faire un nivellement, de tourner l'instrument dans la direction de la mire et de faire baisser ou élever le voyant jusqu'à ce que le trait zéro du collimateur paraisse se projeter sur la ligne de foi ou être dans son prolongement.

Si l'on opère avec une mire parlante, on lit directement la hauteur à laquelle se projette le trait zéro, comme avec un niveau à lunette.

Dans le modèle qui permet la mesure des pentes, la loupe du collimateur comprend, en plus du trait zéro servant au nivellement, une échelle dont l'écartement des traits correspond à une pente d'un centimètre par mètre (96). Cette

échelle est, en plus, subdivisée au demi-centième. Elle va jusqu'à 30 0/0 au-dessus et au-dessous de l'horizontale.

Pour déterminer la pente AD (fig. 110), par exemple, l'omnimètre à collimateur étant placé en A, on prend, avec une mire à voyant, la hauteur AB du trait zéro du collimateur au sol; pour cela, on place la mire à quelques centimètres de l'instrument, on amène le voyant en face du trait

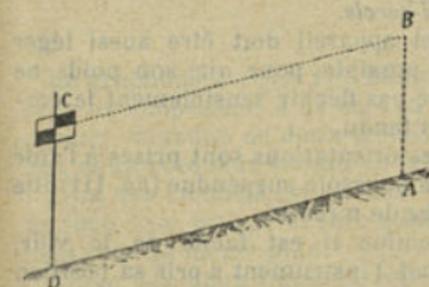


FIG. 110.

zéro et on serre la vis de pression du voyant. On porte ensuite la mire arrêtée au point D et on vise le voyant. Si la coïncidence de

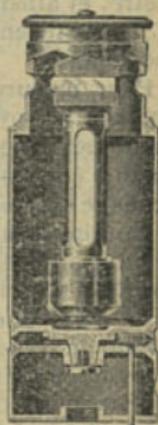


FIG. 109.

la ligne de foi de ce voyant se fait avec le premier trait au-dessous de zéro, la pente est de 1 centimètre par mètre et descendante. Si elle se fait avec le deuxième trait, la pente est de 2 centimètres par mètre, et ainsi de suite.

Si le trait en coïncidence est au-dessus du trait zéro, la pente est ascendante.

Pour mesurer une distance, on immobilise le pendule et on fait amener le voyant en coïncidence avec le trait central de l'échelle stadiométrique marqué ∞ et on note la cote de la mire. On fait ensuite coulisser ce voyant à 2 mètres de cette cote. Sa position sur l'échelle stadiométrique donne la distance horizontale.

Le mineur n'a pas seulement à dresser le plan d'un régime de galerie; le percement des galeries et des tunnels à l'aide de plusieurs points d'attache donne lieu à des opérations quelquefois très délicates de lever et de nivellement.

Pour le tracé en plan d'une galerie de mine, on détermine un polygone de cheminement dont on marque les sommets par des clous ou des vis qu'on fixe sur les parois ou sur les boisages; au besoin on implante des chevilles de bois dans la roche.

On tend un cordeau d'un sommet à l'autre de façon à ce qu'il garde sa rigidité et sa rectilignité. D'ordinaire on fixe chaque brin à une paroi différente pour que le cordeau ne suive pas la paroi.

La mesure des longueurs se fait toujours suivant la pente à l'aide d'un décimètre.

Dans les levés précis, on a recours au double mètre en bois. On marque sur le cordeau le point où affleure le bout de la règle au moyen d'une épingle.

Pour mesurer les pentes, on se sert d'un niveau à perpendiculaire, qu'on appelle *éclimètre*, *clinomètre* ou *demi-cercle*.

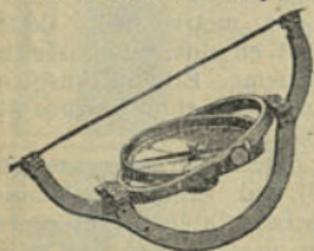


Fig. 111.

Cet appareil doit être aussi léger que possible, pour que son poids ne fasse pas fléchir sensiblement le cordeau tendu.

Les orientations sont prises à l'aide de la boussole suspendue (fig. 111) dite poche de mineur.

Comme il est facile de le voir, quand l'instrument a pris sa position d'équilibre et que le plan médian du fer à cheval est vertical, le plan de l'anneau est nécessairement normal à celui-ci. L'aiguille aimantée formera avec le diamètre du limbe un certain angle qui donnera l'azimut de la direction du cordeau, rapporté au nord magnétique.

Autrefois on rapportait les plans de mines au nord magnétique,

et on rattachait les nouveaux leviers aux anciens sans tenir compte de la variation que la déclinaison avait subie dans l'intervalle. D'où de graves erreurs causées de nombreux accidents.

Aujourd'hui les exploitants sont tenus d'orienter les plans sur le nord vrai, et de tracer, à cet effet, une *méridienne* sur le carreau de la mine (ligne dirigée suivant le méridien astronomique).

On peut remplacer la boussole par le graphomètre suspendu de Maréchal.

Il permet d'opérer très rapidement et sans avoir aucune précaution à prendre contre le magnétisme naturel de la mine ou celui provoqué par des objets en fer.

Le graphomètre suspendu Maréchal, tel que le construit H. Morin, permet d'opérer très rapidement et sans avoir aucune précaution à prendre contre le magnétisme naturel de la mine ou celui provoqué par des objets métalliques : rails, lampes, etc.

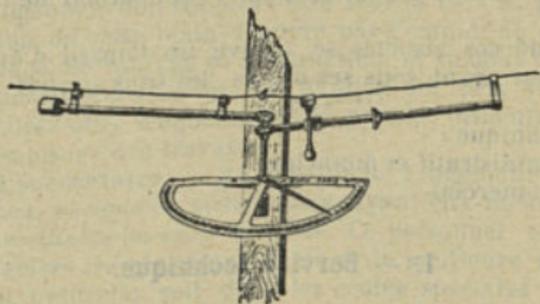


FIG. 112.

Le graphomètre (*fig. 112*) comporte deux tiges articulées par une sorte de suspension à la cardan sur un axe vertical. Les tiges sont munies chacune de deux crochets qui permettent de les suspendre aux deux cordeaux venant se rejoindre à la station.

L'un des crochets est mobile et commande un index qui se trouve en face d'un trait de repère quand les deux bras de la tige articulée sont dans le même plan.

L'une des deux tiges est reliée de façon rigide à un demi-cercle divisé, l'autre commande une aiguille métallique qui se déplace sur le demi-cercle, lequel est équilibré de façon à rester horizontal.

On comprend aisément le parti que l'on peut tirer de cet instrument pour le lever d'un plan de galeries.

IX. — ADMINISTRATION

ORGANISATION DU TRAVAIL DANS LES MINES

L'exploitation des mines demande des immobilisations de capitaux considérables, qui ne peuvent s'opérer que par la création de sociétés, anonymes ou en commandite, pour l'exploitation de ces richesses naturelles.

A la tête de ces sociétés se trouve un Conseil d'Administration et un directeur ayant sous ses ordres les trois grands services suivants :

- Service technique ;
- Service administratif et financier ;
- Service commercial.

I. — Service technique.

Ce service comprend : la surveillance et la direction des travaux souterrains, des opérations de triage, de lavage et de chargement à la surface ;

La surveillance et la direction des fabrications de coke et d'agglomérés ;

La surveillance et la direction des chemins de fer extérieurs, des ports d'embarquement, des ateliers de construction et de réparation

L'étude et l'exécution des travaux neufs.

Le plus souvent, et c'est le meilleur système, ces différentes branches relèvent d'un seul ingénieur en chef ou ingénieur principal.

Quelquefois, à l'imitation de ce qui se passe dans les chemins de fer, il y a un ingénieur spécial pour l'étude et l'exécution des travaux neufs de la surface. Il y aura alors deux ingénieurs en chef :

- L'ingénieur en chef du fond ;

L'ingénieur en chef de la surface.

Service du fond. — Au-dessous de l'ingénieur en chef ou ingénieur principal, il y a un ou plusieurs ingénieurs divisionnaires.

Ils sont chargés chacun d'une division, c'est-à-dire de deux ou trois exploitations ou sections distinctes, confiées chacune à un ingénieur de section.

Suivant la nature, la difficulté, la concentration plus ou moins grande des travaux, chaque division correspond à une extraction dans une houillère qui varie entre 100.000 et 400.000, parfois même 500.000 tonnes, et chaque section a une extraction de 50.000 à 200.000 tonnes.

L'ingénieur doit *descendre tous les jours* ou presque tous les jours dans la mine. Son attention doit toujours être en éveil sur tout ce qui intéresse la *sécurité* du personnel et particulièrement sur l'*aéragé* dans les mines grisouteuses.

Le maintien d'une *stricte discipline* doit être un des soucis de l'ingénieur. Enfin, comme la plus grande partie du prix de revient réside dans la *main-d'œuvre* (celle-ci forme souvent les $\frac{3}{4}$ de la dépense), l'effort de l'ingénieur doit toujours être tourné vers la meilleure *utilisation* possible de cette main-d'œuvre par l'emploi de *moyens économiques* d'abatage, de roulage et d'extraction, et surtout par une *organisation rationnelle des salaires*. La fixation des prix qui servent de base aux salaires offre fréquemment de grandes difficultés. Elle exige une grande habitude des travaux.

Personnel secondaire. — Au-dessous de l'ingénieur viennent les *maîtres-mineurs*, *porions* ou *gouverneurs*, ayant eux-mêmes sous leurs ordres les *surveillants* ou *chefs de poste*. Ce personnel se recrute soit parmi les ouvriers les plus intelligents et de meilleure conduite, par une sélection naturelle, soit dans les écoles spéciales des maîtres-mineurs. On établit en général un *surveillant* pour 25 à 40 *hommes*, un *porion* ou maître-mineur pour 2 à 4 *surveillants* et, enfin, un *maitre-porion* pour 2 à 4 *porions*.

Le règlement de toutes les questions concernant les salaires, la conduite des hommes, le maintien et la remise des amendes doit être *exclusivement réservé à l'ingénieur*, qui s'éclaire de l'expérience pratique des porions et surveillants, mais qui décide *en dehors et au-dessus* d'eux. Ces derniers doivent rester dans leur rôle d'agents d'exécution et de surveillance.

Ouvriers. — Les ouvriers se divisent en un grand nombre de catégories, dont les principales sont :

Les *mineurs* proprement dits, qui comprennent :

Les *piqueurs*, ainsi désignés du nom de leur outil habituel ;

Les *mineurs au rocher* ;

Les *boiseurs*, appelés *raccommodeurs* dans le Nord, ordinairement assistés d'un aide, enfant nommé *galibot* ;

Les *remblayeurs* ;

Les *rouleurs* ou *hercheurs*, les *freinteurs* ou teneurs de frein et les *conducteurs* de chevaux ;

Les *receveurs* et les *moulineurs* ;

Au jour, les *trieurs* et les *manœuvres* pour le chargement des wagons.

Les mineurs doivent exécuter des travaux très variés, non seulement abattre le charbon ou le minerai, mais encore boiser leur taille ou leur galerie, placer les remblais, faire sauter les rocs, c'est-à-dire faire le coupage des voies, poser les voies de chemins de fer, etc. Aussi faut-il beaucoup de temps pour former un mineur.

Recrutement. — C'est un métier qu'il faut commencer jeune, sinon on ne s'y fait jamais,

On ne peut guère compter pour cela que sur les fils de mineurs. Ceux-ci emmènent dans la mine leurs enfants, qui débuteut comme rouleurs ou freinteurs, puis, dans leurs moments perdus, apprennent à manier le pic, à poser un bois, et, vers dix-huit ou dix-neuf ans, peuvent passer mineurs. De là une conséquence économique importante, c'est que le développement de l'industrie minière, et en particulier de l'industrie houillère, est subordonné à celui de la population ouvrière, et qu'il est impossible, quelle que soit la richesse d'un gîte de charbon et quels que soient les capitaux qu'on y consacre, d'improviser une grande exploitation. Il faut toujours compter avec le temps.

Mines métalliques. — Il n'en est pas tout à fait de même pour les mines métalliques, où les roches sont généralement très solides, où le boîsage est beaucoup plus succinct, où l'atmosphère est moins lourde, où, en somme, l'adaptation au milieu est incomparablement plus facile que dans une mine de houille.

Institutions patronales. — C'est cette difficulté spéciale du recrutement de la population ouvrière, jointe aux sentiments généreux et philanthropiques qui sont innés en France, qui a poussé les exploitants à multiplier les avantages de toutes sortes et les institutions de prévoyance destinés à retenir et à attirer les ouvriers. Nulle industrie, au moins en France, n'a fait davantage pour son personnel que l'industrie houillère.

Quelques hommes de bien, à la tête desquels sont MM. Jules Simon, Siegfried, Picot, Rochard, ont fondé une association ayant pour objet de provoquer la construction de maisons ouvrières saines et à bon marché. Dans des brochures et des conférences, ces messieurs ont exposé l'influence que l'habitation exerce sur l'état moral de l'ouvrier ; ils ont affirmé que c'était un devoir pour les personnes riches de procurer aux déshérités de ce monde un logis décent et salubre. Les exploitants de mines n'ont pas failli à ce devoir. Sauf dans la Loire et quelques districts du Midi, où les mines sont dans le voisinage de grandes villes, les exploitants ont construit des maisons qu'ils louent pour un prix modique à leurs ouvriers. Citons en pre-

mière ligne : MM. Chagot et C^{ie}, Schneider et C^{ie}, Ronchamp, tout le Nord et le Pas-de-Calais.

A Anzin, par exemple, une maison coûtait avant la guerre de 3.000 à 3.500 francs et était louée de 4 à 6 francs par mois, loyer qui couvrait à peine les impôts et les frais d'entretien. Ces demeures avaient toutes un petit jardin de 2 ares, que le mineur cultivait, dans l'après-midi, quand il sortait de la mine.

Corons. — Les villages formés par la réunion de ces maisons ouvrières s'appellent dans le Nord des *corons* ; ils sont pourvus d'églises et d'écoles bâties et entretenues par les compagnies. Car la *gratuité* de l'enseignement était pratiquée par les sociétés minières bien avant qu'elle ne fût ordonnée par les lois.

Service médical. — Les exploitants entretiennent un *service médical et pharmaceutique* pour les ouvriers blessés ou malades et leurs familles.

Hôpitaux. — Les ouvriers mariés sont soignés chez eux, quand ils sont malades. Les célibataires ou les blessés sont traités dans des hôpitaux entretenus par les compagnies.

Secours en cas de maladies ou de blessures. — Les accidents survenus au cours du travail dans les mines sont régis par la loi du 8 avril 1898, de même que ceux qui surviennent dans l'industrie en général.

L'exploitant est pécuniairement responsable du dommage causé au mineur blessé et cela indépendamment des autres responsabilités qu'il peut encourir du fait de l'accident. Cette responsabilité se manifeste par le paiement obligatoire d'une indemnité représentant une réparation partielle du dommage causé. La part jusqu'à concurrence de laquelle le dommage doit être indemnisé est fixée par la loi suivant les cas. Les exploitants peuvent, dans les conditions fixées par la loi, conclure des contrats avec des sociétés qui se substitueront à eux pour le paiement des indemnités.

Les sociétés de secours dont la formation est prévue par la loi du 29 juin 1894, sont de véritables sociétés de *secours mutuels* entre les ouvriers et employés des mines ; mais, condition essentielle, elles ne doivent pas s'occuper des cas régis par la loi du 9 avril 1898.

Exemple :

Un ouvrier tombe malade ;

Un ouvrier se casse une jambe chez lui ;

Il est, dans ces cas, secouru par la caisse de secours.

Un ouvrier se blesse au chantier ; il touche l'indemnité de la loi du 9 avril 1898 et la caisse de secours *n'a pas le droit* de le secourir.

Les caisses de secours ou sociétés de secours ont, en outre, bien d'autres attributions énumérées dans leurs statuts.

Caisses de secours. — Ou bien, comme dans la plupart des autres houillères, il existe une caisse spéciale dite *caisse de secours*, ali-

mentée par une retenue sur les salaires (ordinairement 3 0/0), par des versements des compagnies et par le produit des amendes.

Ces caisses sont administrées par des conseils d'administration composés d'ouvriers désignés par leurs camarades et d'employés nommés par ceux de leurs collègues qui participent à la caisse. Le directeur est ordinairement président de droit. Ces nominations se font à l'élection et celle-ci est entourée de garanties d'âge et d'ancienneté. Dans ces conseils, la majorité est souvent laissée, à dessein, aux ouvriers, ce qui n'a aucun inconvénient et n'offre, au contraire, que des avantages.

Établissement des salaires. — C'est de l'établissement plus ou moins rationnel des salaires qu dépendent et le rendement de l'ouvrier et les bons rapports entre lui et celui qui l'emploie.

Tout le monde sait qu'il y a trois modes d'établissement des salaires, correspondant à trois régimes différents du travail :

Le travail à la journée ;

Le travail à la tâche ;

Le travail à l'entreprise.

Travail à la journée. — Avec le premier système, l'ouvrier vend au patron, moyennant un prix fixé d'avance, une journée de travail d'une durée déterminée.

Dans les mines, ce système ne s'applique qu'à un nombre relativement restreint d'ouvriers, soit à ceux dont le travail est trop irrégulier pour faire l'objet d'un prix fait, comme l'entretien de certaines galeries, soit à ceux qui, ne prêtant que leur force musculaire, ont à exécuter un travail dont il ne dépend pas d'eux de modifier l'importance, par exemple certains roulages, la conduite des chevaux, l'engagement en bas et le déchargement au jour des wagons, le triage et le chargement des charbons au jour. Enfin, ce mode de rémunération est appliqué encore à certains travaux difficiles ou dangereux, exigeant des précautions spéciales et dont on charge des hommes de confiance.

Le système du travail à la journée a le grave inconvénient de pousser à la négligence et à la paresse, puisque l'ouvrier reçoit le même salaire, qu'il travaille bien ou mal, beaucoup ou peu. Il exige une surveillance très attentive. On doit en réduire l'application autant que possible.

Travail à la tâche. — Le second système est celui du travail à la tâche.

Le prix de la journée reste fixe, mais on détermine d'avance la tâche que l'ouvrier devra accomplir dans sa journée pour gagner le salaire journalier convenu. Dans les mines, cette tâche est ordinairement comptée, soit par un nombre déterminé de wagonnets, soit par un poids donné de charbon à abattre par jour. En France, on compte par wagonnets, en Angleterre par tonnes. En principe, ce nombre varie

d'un chantier à l'autre, suivant les difficultés plus ou moins grandes d'abatage et de soutènement, suivant la nature et la composition de la veine, etc... En fait, le système s'applique surtout dans des mines où les couches sont régulières et peu accidentées et où le travail varie peu d'un chantier à l'autre, de sorte qu'ordinairement la tâche est sensiblement la même pour toute la mine ou pour tout un quartier de mine.

Ce système facilite beaucoup le service de surveillance et simplifie le règlement des salaires.

Il offre un grave inconvénient, c'est qu'il est basé sur l'égalité des salaires. Théoriquement, en effet, l'ouvrier qui a achevé sa tâche pourrait continuer à travailler, et le charbon qu'il produirait alors lui serait payé en sus de la journée tarifée. Pratiquement, l'opinion publique, la pression de ses camarades l'en empêchent et il sort du chantier dès qu'il a terminé sa tâche.

Or, la tâche étant nécessairement calculée sur le produit moyen des ouvriers, il en résulte que ceux qui sont laborieux, vigoureux, habiles, ne gagnent pas de meilleures journées que les paresseux, les faibles et les maladroits. Donc, diminution du rendement et mécontentement inconscient de l'ouvrier qui se trouve mal rémunéré : le mauvais ouvrier, parce qu'il trouve toujours qu'il a trop à faire : le bon, parce qu'il ne gagne pas autant qu'il le pourrait avec une autre organisation.

Système Taylor. — On peut rechercher l'application aux mines des principes de l'organisation scientifique du travail du « scientific management » préconisé par l'ingénieur américain Taylor. Les idées directrices du système Taylor peuvent se traduire en quelques propositions :

« La coopération étroite, intime, personnelle, entre la direction et les ouvriers est l'essence de l'organisation scientifique moderne.

« La direction fonctionnelle consiste à répartir la besogne de direction de telle manière, qu'en descendant tous les échelons de la hiérarchie, chaque individu ait le minimum possible d'attribution. » (Taylor.)

« Le système Taylor consiste à organiser le travail de façon à permettre aux ouvriers d'augmenter leur production sans dépenser un effort plus considérable. On y arrive par la suppression des temps perdus et le perfectionnement des procédés de fabrication. » (H. Le Chatelier.)

« Aplanir la difficulté devant l'ouvrier, le guider, l'instruire, collaborer à son travail, voilà le principe essentiel de la méthode Taylor.

« Ce qui tue l'initiative chez l'homme, c'est d'être occupé à un travail dont il ne comprend ni le but ni l'utilité et de recevoir des ordres inexécutables.

« Il n'est pas de pire surmenage que celui de l'homme qui se presse sans bien savoir ce qu'il fait ; de l'homme qui, bousculé, n'est pas guidé et qui est trop fatigué pour réfléchir sur ce qu'il pourrait

faire pour améliorer les conditions dans lesquelles il travaille. » (De Fréminville.)

« Il faut changer les conditions défavorables. Un milieu énervant paralyse l'action du corps aussi bien que celle de l'esprit.

« La seule manière de réaliser le progrès d'une façon efficace, consiste à s'arranger pour que les nouveaux moyens ne s'écartent que graduellement de ceux en usage. » (J. Hartness.)

« L'organisation n'a pas pour but de rendre la direction automatique, mais bien de rendre automatiques les choses courantes de façon à permettre à chaque individu, à tous les degrés de la hiérarchie, de concentrer son énergie sur les choses qui demandent de la décision et du jugement. » (J. Compagnon.)

Supprimer toutes les manipulations inutiles, tous les *temps morts*.

Échelle mobile des salaires. — Dans certains districts anglais, l'égalité des salaires pour chaque catégorie d'ouvriers a permis aux Unions d'imposer aux patrons une *échelle mobile* des salaires, qui varie avec les prix de vente.

Tous les trois mois, un comité mixte (*Joint Committee*) se réunit; il détermine le prix de vente moyen du charbon d'après la vente réelle du trimestre et fixe ainsi la taxe qui servira pour les salaires du trimestre suivant.

Voici un aperçu de ces arrangements :

Quand le prix moyen du gros criblé rendu à bord à Cardiff, Swansea, Newport et Bar, y est de 7 sh. 10 d. 1/2 à 8 sh., soit 9 fr. 85 à 10 francs, les ouvriers sont payés suivant la journée-type (standard) qui correspond à leur catégorie; ce salaire augmente ou diminue, sans maximum ni minimum, de 1 1/4 0/0 pour chaque penny et demi (0 fr. 15) de hausse ou de baisse, ce qui correspond à 100 pour un shilling.

Ce système est séduisant; malheureusement, il n'y a là qu'une apparence; les inconvénients n'ont pas tardé à se montrer, et ils sont tels que cette échelle mobile des salaires, après avoir été appliquée dans presque toute l'Angleterre, a été *abandonnée* dans tous les districts, sauf dans le South Wales, où il paraît fonctionner passablement.

C'est qu'en effet, avec l'échelle mobile, l'ouvrier a un intérêt considérable à faire *hausser* les prix du charbon, et quel meilleur moyen y a-t-il que de réduire la production? C'est ce qu'il fait et, au fur et à mesure que les prix s'élèvent, il travaille *de moins en moins*; son salaire hebdomadaire n'augmente pas beaucoup, et le seul avantage qu'il retire de la hausse, c'est de travailler beaucoup moins.

Le système de l'échelle mobile a donc pour résultat de *surexciter* la production quand les *affaires vont mal* et de la *réduire* quand le *charbon est rare*.

Le principe de l'égalité des salaires conduit à l'oppression du bon ouvrier par le médiocre ou le mauvais.

Le mode le plus usité en France pour la fixation des salaires et qui

réalise le plus exactement possible le desideratum de rémunérer chacun selon son travail et suivant sa production est celui des entreprises fractionnées. Il s'établit comme suit :

Entreprises fractionnées. — Il consiste à confier à un petit nombre d'ouvriers : deux, quatre, six au plus, associés entre eux, *tous les travaux* à exécuter dans leur chantier ou taille, savoir : l'*abatage du charbon*, le *boisage*, le *remblayage*, le *chargement* et le *roulage du charbon jusqu'au plan incliné* le plus voisin, la *confection* et l'*entretien de la galerie de roulage jusqu'au plan*. Les ouvriers sont de véritables *tâcherons*, qui prennent à leur compte un ou plusieurs manœuvres payés à la journée. Ceux-ci sont ordinairement les fils des ouvriers partageants ou associés, qui se forment ainsi au travail du mineur ; ils commencent par charger et rouler le charbon, ils apprennent à manier le pic, à poser un bois et, vers dix-huit à dix-neuf ou vingt ans, ils deviennent piqueurs à leur tour. On réalise ainsi, dans les grandes exploitations, l'*atelier de famille*, où les enfants font leur apprentissage et travaillent sous la surveillance directe de leurs parents.

Les prix sont faits pour une *durée d'au moins un mois* et, autant que possible, de *plusieurs mois*, lorsque la régularité du gîte le permet. Ils ont pour unité la *berline* ou wagonnet de charbon roulé jusqu'au plan incliné ; en outre, il y a généralement une indemnité déterminée par mètre courant de galerie excavée et une autre pour l'entretien de cette galerie, quand sa longueur dépasse un certain chiffre. Ordinairement, ces marchés sont passés de gré à gré entre les ouvriers et l'ingénieur. Quand le contrat est passé pour plus d'un mois, on en fixe les conditions *par écrit* et on *retient* sur les premiers paiements une certaine somme comme *cautionnement*.

Malgré l'existence de ces contrats, les surveillants *relèvent* chaque jour avec soin, sur leurs carnets d'attachement, les *journées faites*, afin que l'administration de la mine puisse se rendre compte du *prix réel* auquel ressort ainsi la benne de charbon. On note, en outre, avec soin le *taux des salaires* promis aux manœuvres qui sont engagés à la journée.

Tous les quinze jours, dans le Nord, tous les mois ailleurs, l'ingénieur, assisté du maître-ponion, fait le *mesurage* des travaux qui sont payés au mètre courant. On dresse la feuille de paye en retenant le *prix des explosifs*, qui sont à la charge des ouvriers, les *amendes*, la *cotisation* pour les caisses de secours ou de retraite, et on *paye* le *produit net* ordinairement au *chef de chantier*, qui partage entre ses associés dans les proportions convenues d'avance, après avoir payé ses manœuvres d'après leur nombre de journées.

Il est *très important* que les prix soient faits pour *plusieurs mois*, et que l'ouvrier soit assuré qu'il ne sera pas réduit s'il gagne de *grosses journées*.

Il ne faut pas s'attacher à diminuer les salaires gagnés par une

réduction des prix des contrats, pourvu, bien entendu, que ces prix soient établis avec soin. Ce qui importe, c'est que l'ouvrier *produise beaucoup*, et, pour cela, il faut qu'il *gagne beaucoup*. Le prix de revient, bien loin de monter, *baissera*, à cause des *frais constants* qui se répartiront sur une plus forte extraction. Avec un *contrat ferme*, l'ouvrier travaille *avec ardeur* et rend tout ce qu'il peut donner. Aussi un *bon ouvrier* gagne-t-il, avec ce système, des journées de 5, 6 et 7 francs.

II. — Service administratif et financier.

Ce service comprend la *comptabilité* et le *service financier* proprement dit.

La comptabilité industrielle permet de faire l'analyse économique de la production et de suivre la transformation des capitaux engagés.

Le *journal*, livre essentiel, suit les opérations au jour le jour et les inscrit au fur et à mesure qu'elles se présentent.

Le *grand-livre* permet de retrouver rapidement toutes les opérations faites pendant l'exercice sur un compte déterminé.

Les *bilans et balances des comptes généraux* résument la situation de l'affaire et permettent d'établir le *bénéfice*.

La passation des écritures repose sur un certain nombre de principes qui sont communs à toutes les comptabilités et qu'il importe de connaître.

Les valeurs de toute espèce sont toujours *exprimées en monnaie*. Si la comptabilité est tenue en francs, les valeurs entrant ou sortant exprimées en monnaie étrangère sont évaluées en francs à un change fixe ou variable, l'agio étant porté au compte de *change*.

On suppose *consommées* toutes les opérations *inscrites*.

On suppose tous les engagements *valables* et éteignant la dette.

Chaque compte est *autonome* et a une existence propre, indépendante des autres comptes. On les crédite et on les débite les uns par les autres : doit, caisse ; avoir, marchandises, etc.

Tout échange comporte deux opérations : *livraison, réception* de la valeur acquise. On inscrit séparément ces deux opérations et la balance doit rester constante.

Les *comptes de valeurs* sont ceux, tels que la *caisse*, qui livrent au même prix qu'ils les ont reçues les valeurs qu'ils détiennent.

D'après l'usage établi, c'est toujours le compte *débiteur* qui est énoncé le premier dans le libellé d'une écriture.

Les *frais généraux* sont inscrits au compte *profits et pertes* ; ce compte est crédité des bénéfices de l'exercice, des commissions et escomptes alloués, etc.

Bilan. — Avant de passer écriture des divers soldes de compte en fin d'exercice, on ouvre un compte de *liquidation de l'exercice* qui est cré-

dité de tout l'actif social et débité de tout le passif. Pour cela, il faut faire l'*inventaire*, qui est généralement pris fin décembre.

Inventaire. — Cet inventaire doit être fait suivant les règles suivantes :

Les stocks de marchandises doivent être évalués au *prix de revient*.

Les stocks de minerais et charbon au prix net de vente sur carreau de la mine, à l'époque de l'inventaire.

Les stocks de demi-produits ou de produits impurs, matte, speiss, etc., si communs dans les fonderies, doivent être ramenés, par une campagne préalable de fusion, à des *types déterminés* permettant d'évaluer la valeur des métaux contenus, sans *risquer de mettre en perte* l'exercice suivant qui en prend charge.

Les valeurs en portefeuille doivent être évaluées à leur *prix d'achat*. Néanmoins, si le cours de la Bourse à l'époque de l'inventaire est *inférieur* au prix d'achat, la différence peut être portée au compte des profits et pertes.

Chaque exercice commence par une *balance d'entrée*, qui n'est autre chose que la balance de sortie de l'exercice précédent.

Principe de la séparation des agents comptables et des agents préposés au manientement des fonds. — Les agents chargés de passer les écritures et de la tenue des livres ne doivent en aucun cas être chargés des *payements*. Le caissier seul doit faire les manientements de fonds. La même incompatibilité s'applique au *contrôle des journées* et aux *livraisons de marchandises*.

Comptabilité auxiliaire. — Elle sert à constater et à faciliter les mouvements des matières et des effets. Les *cahiers d'échéance des effets*, les livres d'*entrée* et de *sortie* du magasin en font partie.

Il ne faut pas créer *trop de comptes spéciaux* dans une comptabilité industrielle.

Il faut néanmoins que chacune des opérations par lesquelles passent les matières, depuis leur abatage ou leur achat sous forme brute jusqu'à leur vente sous forme de produits marchands, soit considérée comme *indépendante des autres*. On établit à cet effet des *prix d'ordre*. Ces différents éléments concourent à l'établissement du *prix de revient*.

Prix de revient. — On ne saurait trop insister sur la nécessité d'avoir des prix de revient *fréquents* et *exacts* et d'*obliger* le personnel à se rendre compte des variations de ce prix. On établit à cet effet des *feuilles de roulement* journalières, qu'on condense dans des *rapports hebdomadaires, décadaires* ou *mensuels*, qui sont envoyés à la direction et qui doivent être rédigés de façon à permettre à la seule inspection de constater les *défauts* de la marche des opérations et les causes de ces défauts, ainsi que les *déchets* de la fabrication.

Service financier. — Ce service comprend le service de trésorerie destiné à assurer le paiement des salaires et marchandises, les comptes courants avec les banquiers et clients, la rentrée de

créances, en un mot tout ce qui est relatif au mouvement des fonds de l'entreprise.

Le service des *intérêts* des dettes et obligations, le service des *titres*, tant nominatifs qu'au porteur, les *mutations*, *transferts* et *conversions* auxquels ces titres donnent lieu, le paiement des *taxes*, *impôts*, *dividendes* et *coupons* constituent une partie importante du service financier d'une affaire.

III. — Service commercial.

Ce service comprend les *achats* des matières premières nécessaires pour l'industrie et la *vente* des produits fabriqués.

Les achats s'opèrent soit directement au fur et à mesure des besoins, soit par *contrats*. C'est généralement sous cette dernière forme que sont effectués les achats importants (marchés de combustibles, de minerais, etc.). On doit chercher dans ces contrats des formules *simples* et *claires* stipulant les obligations réciproques, afin d'éviter les difficultés dans l'exécution. Les cas de force majeure, tels que guerre, grèves, etc., doivent être expressément réservés de part et d'autre.

Il en est de même pour les contrats de ventes, des produits fabriqués.

Lorsque les marchandises sont achetées ou vendues au cours d'un type commercial déterminé, il est indispensable de choisir un type qui soit, autant que possible, à l'abri des fluctuations de la spéculation. Lorsque ce type est pris sur une place et en monnaie étrangère, le taux du change doit entrer en ligne de compte. Ce point est d'une importance considérable lorsque les minerais sont produits dans des pays où le change est défavorable à la monnaie locale, avec laquelle les dépenses de main-d'œuvre sont payées. Il y a, dans ce cas, tout intérêt pour le producteur à stipuler le paiement en or.

Le service commercial d'une affaire minière d'une certaine importance comporte la création d'un personnel d'*agents*, sédentaires ou voyageurs, en France et à l'étranger, facilitant l'écoulement des produits et visitant la clientèle. Ces agents sont fréquemment du *croire* pour la totalité ou pour partie des ventes qu'ils opèrent, afin de les engager à être prudents dans les *crédits* accordés. Il importe, en tout cas, de limiter exactement les prix auxquels ils peuvent consentir les affaires, la tendance de ce personnel étant toujours de baisser les prix pour faciliter la conclusion des marchés.

Les *contrats d'affrètement* et de transport, l'obtention de *tarifs spéciaux* des Compagnies de chemins de fer et de navigation rentrent aussi dans le service commercial. En général, et notamment pour ce qui concerne les frets, les contrats de *longue durée* à prix fixes ne sont pas avantageux et prêtent trop à la spéculation. La *règle* pour

les industries productrices doit être, en toute circonstance, de *vendre* leurs produits *au fur et à mesure de leur fabrication*, d'éviter la création de *stocks* et de *s'interdire toute spéculation à la hausse ou à la baisse* sur les produits qu'elles fabriquent.

NOUVEAU RÈGLEMENT GÉNÉRAL SUR LES MINES

NOTA BENE. — Au cours de l'année 1907, après la catastrophe de Courrières, il est apparu que le règlement du 25 juillet 1895 ne répondait plus aux besoins de la sécurité, étant donnés les progrès de l'art des mines. La police des mines, réglée par diverses ordonnances et décrets, fut d'abord codifiée par le décret du 14 janvier 1909 et, plus tard, par celui du 13 août 1911, actuellement en vigueur. Ce décret est de la plus extrême importance et ses divers articles s'imposent constamment à l'attention des ingénieurs. C'est pour qu'ils aient désormais un texte exact et complet mis à leur portée que nous l'insérons, en entier, dans cet agenda de poche. Nous sommes convaincus qu'ils nous en sauront gré. Pour en faciliter l'emploi et en abrégier la consultation, nous en donnons le répertoire suivant qui permet de trouver rapidement l'article concernant l'objet particulier dont on recherche la réglementation.

Décret du 13 août 1911 réglementant les mesures d'ordre et de police à observer dans les mines de combustibles. — Ce décret comprend :

TITRE PREMIER. — Relatif aux installations de la surface :

1° Leurs dispositions générales : Art. 1 à 23 ;

2° Les prescriptions concernant les installations électriques

(A) De première catégorie : 150 à 600 volts ;

(a) A courant continu ;

(b) A courant alternatif.

(B) De deuxième catégorie : au-dessus de 600 volts : Art. 24 à 39.

TITRE II. — Qui concerne les puits et galeries :

1° Les dispositions générales : Art. 40 à 51 ;

2° La circulation dans les puits : Art. 52 à 63 ;

TITRE III. — Qui s'occupe des plans inclinés : Art. 64 à 72.

TITRE IV. — Roulages et galeries : Art. 73 à 80.

TITRE V. — Machines et câbles : Art. 81 à 95.

TITRE VI. — Travail au chantier : Art. 96 à 109.

TITRE VII. — Aérage : Art. 110 à 140.

TITRE VIII. — Dispositions spéciales contre les poussières : Art. 141 à 143.

TITRE IX. — Éclairage et traité ;

- 1° Dispositions générales : Art. 144 et 145 ;
 2° Prescriptions spéciales concernant l'emploi des lampes de sûreté :
 Art. 146 à 157 ;
 3° Précautions à prendre pour l'emploi de l'essence : Art. 158 à 163.
TITRE X. — Explosifs :
 1° Mode d'emploi dans les mines en général : Art. 164 à 178 ;
 2° Dans les mines grisouteuses ou poussiéreuses : Art. 179 à 183.
TITRE XI. — Incendies souterrains et dégagements instantanés de gaz nuisibles : Art. 184 à 194.
TITRE XII. — Relatif à l'emploi de l'électricité dans les travaux souterrains :
 1° Dispositions générales : Art. 196 à 198 ;
 2° Des canalisations établies à demeure : Art. 199 à 201 ;
 3° Canalisations non établies à demeure : Art. 202 à 204 ;
 4° Salles de machines, sous-stations et postes de transformation :
 Art. 205 à 207 ;
 5° Tableaux de distribution : Art. 208 et 209 ;
 6° Traction électrique : Art. 210 et 211 ;
 7° Tir électrique : Art. 212 à 215 ;
 8° Dispositions spéciales aux mines de grisou : Art. 216 et 218 ;
 9° Isolement, mesures, vérifications et visites : Art. 219 et 220.
TITRE XIII. — Hygiène des chantiers : Art. 221 à 225.
TITRE XIV. — Plans et registres : Art. 226 à 229.
TITRE XV. — Dispositions diverses : Art. 230 à 233.

TITRE PREMIER. — Installations de la surface.

Dispositions générales.

ARTICLE PREMIER. — Les installations de surface des mines et de celles de leurs dépendances qui sont placées sous la surveillance de l'administration des mines sont soumises aux dispositions du présent titre.

ART. 2. — Les carreaux des mines doivent être efficacement séparés des propriétés voisines par des murs, clôtures ou fossés.

Il est interdit d'y circuler sans autorisation de l'exploitant.

ART. 3. — L'abord de toute fouille située dans un terrain non clos doit être garanti, sur les points dangereux, par un fossé creusé au pourtour et dont les déblais sont rejetés du côté des travaux pour y former une berge, ou par tout autre moyen de clôture offrant des conditions suffisantes de sûreté et de solidité.

Les dispositions qui précèdent sont applicables aux fouilles abandonnées.

ART. 4. — Nul ne peut pénétrer dans les bâtiments et locaux de

service s'il n'y est appelé par son emploi ou autorisé par l'exploitant.

ART. 5. — Les emplacements affectés au travail 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.

ART. 6. — L'atmosphère des ateliers et de tous les locaux affectés au travail doit être tenu constamment à l'abri de toute émanation provenant d'égouts, fosses, puisards, fosses d'aisances ou de toute autre source d'infection.

Les travaux dans les puisards, conduites de gaz, canaux de fumée, fosses d'aisances, cuves ou appareils quelconques pouvant contenir des gaz délétères ne sont entrepris qu'après que l'atmosphère a été assainie par une ventilation efficace, à moins qu'il ne soit fait usage d'appareils respiratoires.

ART. 7. — Les locaux fermés affectés au travail ne doivent jamais être encombrés; le cube d'air par personne employée ne peut être inférieur à 7 mètres cubes.

Ces locaux sont largement aérés et, en hiver, convenablement chauffés; ils doivent être bien éclairés ainsi que leurs dépendances et notamment les passages et escaliers.

ART. 8. — Les poussières ainsi que les gaz incommodes, insalubres ou toxiques, doivent être évacués directement au dehors des ateliers au fur et à mesure de leur production.

L'air des ateliers doit être renouvelé de façon à rester dans l'état de pureté nécessaire à la santé des ouvriers.

Pour les criblages établis antérieurement au présent règlement, qui ne satisferaient pas aux prescriptions du présent article, des dérogations peuvent être accordées par le service local.

ART. 9. — Les ouvriers ou employés ne doivent pas prendre leurs repas dans les locaux affectés au travail, à moins d'une autorisation spéciale donnée par le service local.

ART. 10. — Des cabinets d'aisances doivent être installés au jour. Leur nombre est d'un au moins par cinquante ouvriers occupés, au fond, au poste le plus chargé.

Les cabinets d'aisances ne doivent pas communiquer directement avec les locaux fermés où le personnel est appelé à séjourner. Ils sont éclairés, aérés et aménagés de manière à ne dégager aucune odeur; le sol et les parois sont en matériaux imperméables.

Les cabinets sont tenus constamment propres: il est interdit de les salir.

ART. 11. — Des bains-douches avec vestiaires doivent être mis à la disposition du personnel à proximité de chaque siège d'extraction desservant des travaux où sont simultanément employés, au poste le plus chargé, plus d'un cent ouvriers au fond.

ART. 12. — Dans les sièges d'extraction occupant moins de cent ouvriers au fond ainsi que dans les dépendances des mines éloignées de tout siège d'extraction, dépourvus de bains-douches, un vestiaire avec lavabos est mis à la disposition du personnel. Ce vestiaire doit être éclairé, bien aéré, convenablement chauffé et tenu en état constant de propreté.

ART. 13. — Les moteurs mécaniques de toute nature ne doivent être accessibles qu'aux ouvriers affectés à leur surveillance. Ils sont isolés par des cloisons ou barrières de protection.

Les passages entre les machines, mécanismes, outils mus par ces moteurs, doivent avoir une largeur d'au moins 80 centimètres ; le sol des intervalles est nivelé.

Les escaliers doivent être solides et munis de fortes rampes.

Les puits et les trappes, ainsi que les cuves, bassins ou réservoirs de liquides corrosifs ou chauds sont pourvus de solides barrières ou garde-corps.

Les échafaudages sont munis, sur toutes leurs faces, de garde-corps rigides de 90 centimètres au moins, à moins que les ouvriers ne fassent usage de ceintures de sûreté.

ART. 14. — Les monte-charges, ascenseurs, élévateurs sont 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 soit assurée automatiquement ou par enclenchement ; que rien ne puisse tomber du monte-charges dans le puits.

Pour les monte-charges destinés à transporter le personnel, la charge doit être calculée au tiers de la charge admise pour le transport des marchandises ; les monte-charges doivent être pourvus de freins, chapeaux, parachutes ou autres appareils préservateurs.

Les appareils de levage portent l'indication du maximum de poids qu'ils peuvent soulever.

ART. 15. — 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 doivent être munis de dispositifs protecteurs, tels que gaines et chéneaux de bois ou de fer, tambours pour les courroies et les bielles, ou de couvre-engrenages, garde-mains, grillages.

Les machines-outils à instruments tranchants, tournant à grande vitesse, tels que machines à scier, fraiser, raboter, découper, hacher les cisailles et autres engins semblables sont 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 est toujours fait par le moyen de systèmes tels que monte-courroie, porte-courroie, évitant l'emploi direct de la main.

On doit 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.

Toute meule tournant à grande vitesse doit être montée ou enveloppée de telle sorte qu'en cas de rupture ses fragments soient retenus, soit par les organes du montage, soit par l'enveloppe.

Une inscription très apparente, placée auprès des volants, des meules et de tout autre engin pesant et tournant à grande vitesse, indique le nombre de tours par minute qui ne doit pas être dépassé.

ART. 16. — La mise en train et l'arrêt des machines d'atelier doivent être toujours précédés d'un signal convenu.

ART. 17. — L'appareil d'arrêt des machines motrices d'atelier doit toujours être placé sous la main des conducteurs qui dirigent ces machines et en dehors de la zone dangereuse prévue à l'article 15, paragraphe 4.

Les contremaitres ou chefs d'atelier, les conducteurs de machines telles que les machines-outils, doivent avoir à leur portée le moyen de demander l'arrêt des moteurs.

Chacune de ces machines est, en outre, installée de manière que le conducteur puisse l'isoler de la commande qui l'actionne.

ART. 18. — Il est interdit de nettoyer et de graisser pendant la marche les transmissions et mécanismes dont l'approche serait dangereuse.

En cas de réparation d'un organe mécanique quelconque, son arrêt doit être assuré par un calage convenable de l'embrayage ou du volant; il en est de même pour les opérations de nettoyage qui exigent l'arrêt des organes mécaniques.

ART. 19. — Les ouvriers et ouvrières qui ont à se tenir près des machines doivent porter des vêtements ajustés et non flottants.

ART. 20. — Il est interdit de préposer à la conduite des chaudières et des machines motrices à vapeur des ouvriers de moins de dix-huit ans.

ART. 21. — Les sorties des ateliers sur les cours, vestibules, escaliers et autres dégagements intérieurs doivent être munies de portes s'ouvrant de dedans en dehors ou de portes roulantes. Ces sorties doivent être assez nombreuses pour permettre l'évacuation rapide de l'atelier; elles doivent être toujours libres et jamais encombrées de matières en dépôt ni d'objets quelconques.

Le nombre des escaliers est 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 peut, si la sécurité l'exige, être prescrite par le service local.

Les récipients pour l'huile ou le pétrole servant à l'éclairage sont placés dans des locaux séparés des ateliers et jamais au voisinage des escaliers.

ART. 22. — Les exploitants sont tenus de prendre les précautions nécessaires pour que tout commencement d'incendie puisse être rapidement et efficacement combattu.

Une consigne affichée dans chaque local de travail indique le matériel d'extinction et de sauvetage qui doit s'y trouver et les manœuvres à exécuter en cas d'incendie, avec le nom des personnes désignées pour y prendre part.

La consigne prescrit des essais périodiques destinés à constater que le matériel est en bon état et que le personnel est préparé à en faire usage.

ART. 23. — Lorsque les voies extérieures constituant les dépendances d'une mine sont exploitées par machines, la circulation et les manœuvres sur ces voies font l'objet d'un règlement approuvé par le service local.

Installations électriques.

ART. 24. — Les prescriptions des arrêtés pris par le ministre des travaux publics en conformité de l'article 19 de la loi du 15 juin 1906 sont applicables aux ouvrages de distributions d'électricité dépendant des mines et empruntant le domaine public en un point quelconque de leur parcours, ainsi qu'aux ouvrages des distributions établies exclusivement sur des terrains privés et s'approchant à moins de 10 mètres de distance horizontale d'une ligne télégraphique ou téléphonique préexistante.

Toutes les autres installations électriques, usines de production d'énergie et ouvrages d'utilisation établis à la surface dans les carreaux ou dépendances des mines doivent satisfaire aux prescriptions des articles ci-après.

ART. 25. — Les installations électriques doivent comporter des dispositifs de sécurité en rapport avec la plus grande tension de régime existant entre les conducteurs et la terre.

Suivant cette tension, les installations électriques sont classées en deux catégories.

PREMIÈRE CATÉGORIE. — A. *Courant continu.* — Installations dans lesquelles la plus grande tension de régime entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 600 volts.

B. *Courant alternatif.* — Installations dans lesquelles la plus grande tension efficace entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 150 volts.

DEUXIÈME CATÉGORIE. — Installations comportant des tensions respectivement supérieures aux tensions ci-dessus.

ART. 26. — Les bâtis et les pièces conductrices des machines, appartenant à des installations de la deuxième catégorie, non parcourus par le courant, doivent être reliés électriquement à la terre ou isolés électriquement du sol. Dans ce dernier cas, les machines sont entourées par un plancher de service non glissant, isolé du sol et assez développé pour qu'il ne soit pas possible de toucher à la fois à la machine et à un corps conducteur quelconque relié au sol.

La mise à la terre ou l'isolement électrique est constamment maintenu en bon état.

Les mêmes prescriptions sont applicables aux transformateurs dépendant d'installations de la deuxième catégorie; ces appareils ne doivent être accessibles qu'au personnel qui en a la charge.

ART. 27. — Si une machine ou un appareil électrique de la deuxième catégorie se trouve dans un local ayant en même temps une autre destination, la partie du local affectée à cette machine ou à cet appareil est rendue inaccessible, par un garde-corps ou un dispositif équivalent, à tout autre personnel qu'à celui qui en a la charge: une mention indiquant le danger doit être affichée en évidence.

ART. 28. — Dans les locaux destinés aux accumulateurs, dans les ateliers qui contiennent des explosifs et dans ceux où il peut se produire soit des gaz détonants, soit des poussières inflammables, il est interdit d'établir des machines électriques à découvert, des lampes à incandescence non munies de double enveloppe, des lampes à arc ou aucun appareil pouvant donner lieu à des étincelles, sans qu'ils soient pourvus d'une enveloppe de sûreté les isolant de l'atmosphère du local.

La ventilation des locaux destinés aux accumulateurs doit être suffisante pour assurer l'évacuation continue des gaz dégagés.

ART. 29. — Les conducteurs établis sur les tableaux de distribution de courants appartenant à la première catégorie doivent présenter les isolements et les écartements propres à éviter tout danger.

Pour les tableaux de distribution portant des appareils et pièces métalliques de la deuxième catégorie, le plancher de service sur la face avant (celle où se trouvent les poignées de manœuvre et les instruments de lecture) doit être isolé électriquement et établi comme les planchers entourant les machines.

Quand des pièces métalliques ou appareils de la deuxième catégorie sont établis à découvert sur la face arrière du tableau, un passage entièrement libre de 1 mètre de largeur et de 2 mètres de hauteur au moins est réservé derrière lesdits appareils et pièces métalliques; l'accès de ce passage est défendu par une porte fermant à clef, laquelle ne peut être ouverte que par ordre du chef de service ou par ses préposés à ce désignés; l'entrée en sera interdite à toute autre personne.

ART. 30. — Les passages ménagés pour l'accès aux machines et

appareils de la deuxième catégorie placés à découvert ne peuvent avoir moins de 2 mètres de hauteur ; leur largeur mesurée entre les machines, conducteurs ou appareils eux-mêmes aussi bien qu'entre ceux-ci et les parties métalliques de la construction, ne doit pas être inférieure à 1 mètre.

Dans tous les locaux, les conducteurs et appareils de la deuxième catégorie doivent, notamment sur les tableaux de distribution, être nettement différenciés des autres par une marque très apparente, une couche de peinture par exemple.

Dans les locaux où le sol et les parois sont très conducteurs, soit par construction, soit par suite de dépôts salins, on ne doit jamais établir, à la portée de la main, des conducteurs ou des appareils placés à découvert.

ART. 31. — Les salles des machines génératrices d'électricité et les sous-stations doivent posséder un éclairage de secours continuant à fonctionner en cas d'arrêt du courant.

ART. 32. — Les canalisations nues appartenant à une installation de la deuxième catégorie doivent être établies hors de la portée de la main sur des isolateurs convenablement espacés et être écartées des masses métalliques telles que piliers ou colonnes, gouttières, tuyaux de descente, etc., etc.

Les canalisations nues appartenant à une installation de la première catégorie établies à l'intérieur des ateliers ou bâtiments, et qui sont à portée de la main, doivent être signalées à l'attention par une marque bien apparente ; l'abord en est défendu par un dispositif de garde.

Les enveloppes des autres canalisations doivent être convenablement isolantes.

ART. 33. — Aucun travail n'est entrepris sur des conducteurs de la première catégorie en charges sans que des précautions suffisantes assurent la sécurité de l'opérateur.

Des dispositions doivent être prises pour éviter l'échauffement anormal des conducteurs à l'aide de coupe-circuit, plombs fusibles ou autres dispositifs équivalents.

Toute installation reliée à un réseau comportant des lignes aériennes de plus de 500 mètres doit être suffisamment protégée contre les décharges atmosphériques.

ART. 34. — Les colonnes, les supports et, en général, toutes les pièces métalliques de la construction qui risqueraient, par suite d'un accident sur la canalisation, d'être accidentellement soumis à une tension de la deuxième catégorie, doivent être convenablement reliés à la terre.

ART. 35. — Il est formellement interdit de faire exécuter aucun travail sur les lignes électriques de la deuxième catégorie, sans les avoir, au préalable, coupées de part et d'autre de la section à répa-

rer. La communication ne peut être rétablie que sur l'ordre exprès du chef de service ; ce dernier doit avoir été au préalable avisé par chacun des chefs d'équipe que le travail est terminé et que le personnel ouvrier est réuni au point de ralliement fixé à l'avance.

Pendant toute la durée du travail, la coupure de la ligne doit être maintenue par un dispositif tel que le courant ne puisse être rétabli que sur l'ordre du chef de service.

Dans les cas exceptionnels où la sécurité publique exige qu'un travail soit entrepris sur des lignes en charge de la deuxième catégorie, il ne doit y être procédé que sur l'ordre exprès du chef de service et avec toutes les précautions de sécurité qu'il indiquera.

ART. 36. — Il est interdit de faire exécuter des étalages ou des travaux analogues pouvant mettre directement ou indirectement le personnel en contact avec des conducteurs ou pièces métalliques de la deuxième catégorie sans avoir pris des précautions suffisantes pour assurer la sécurité du personnel par des mesures efficaces d'isolement.

ART. 37. — Les lignes téléphoniques, télégraphiques ou des signaux, particulières aux mines ayant des installations électriques et affectées à leur exploitation, qui sont montées, en tout ou en partie de leur longueur, sur les mêmes supports qu'une ligne électrique de la deuxième catégorie, sont soumises aux prescriptions réglant les installations de deuxième catégorie.

Leurs postes de communication, leurs appareils de manœuvres ou d'appel doivent être disposés de telle manière qu'il ne soit possible de les utiliser ou de les manœuvrer qu'en se trouvant dans les meilleures conditions d'isolement par rapport à la terre, à moins que leurs appareils ne soient disposés de manière à assurer l'isolement de l'opérateur par rapport à la ligne.

ART. 38. — L'exploitant est tenu d'afficher dans un endroit apparent des salles contenant des installations de la deuxième catégorie :

1° Un ordre de service indiquant qu'il est dangereux et formellement interdit de toucher aux pièces métalliques ou conducteurs soumis à une tension de la deuxième catégorie, même avec des gants en caoutchouc, ou de se livrer à des travaux sur ces pièces et conducteurs, même avec des outils à manches isolants ;

2° Une instruction sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques, rédigée conformément aux termes qui seront fixés par un arrêté du ministre des Travaux publics.

ART. 39. — Dans les deux mois qui suivront la promulgation du présent règlement, l'exploitant doit adresser à l'ingénieur en chef des mines un schéma de ses installations électriques de la deuxième catégorie indiquant : l'emplacement des usines, sous-stations, postes de transformateurs et canalisations.

Une note jointe indiquera si, par application des articles du présent règlement concernant les machines et transformateurs de la deuxième

catégorie, les bâtis et masses métalliques non parcourus par le courant sont isolés électriquement du sol ou s'ils sont reliés à la terre. La même note donnera les renseignements techniques nécessaires pour assurer le contrôle de l'exécution des prescriptions du présent règlement (nature du courant, tensions des différentes parties de l'installation, etc.).

Dans la première quinzaine de chaque année, le schéma et les renseignements qui l'accompagnent sont complétés, s'il y a lieu, par l'exploitant et les modifications transmises à l'ingénieur en chef des mines.

En cas de modifications importantes ou d'installations nouvelles, le schéma et les renseignements complémentaires sont adressés à l'ingénieur en chef des mines avant la mise en exploitation.

TITRE II. — Puits et galeries débouchant au jour, puits intérieurs.

Dispositions générales.

ART. 40. — En dehors de la période préparatoire, aucun travail ne peut être poursuivi dans une mine sans qu'elle ait au moins, avec le jour, deux communications par lesquelles puissent circuler en tout temps les ouvriers occupés dans les divers chantiers de la mine.

Dans les installations futures, les orifices au jour de ces communications devront être séparés par une distance de 30 mètres au moins ; elles ne devront pas déboucher dans le même bâtiment.

ART. 41. — En dehors de la période préparatoire, les constructions recouvrant l'orifice des puits ne pourront, à l'avenir, être faites qu'en matériaux incombustibles. En aucun cas, elles ne peuvent contenir à demeure d'approvisionnement de substances facilement inflammables.

Des dispositions doivent être prises pour qu'en cas d'incendie survenant au jour, les fumées ne puissent pénétrer dans les travaux.

ART. 42. — Les orifices au jour des puits et des galeries d'une inclinaison dangereuse, sur lesquels n'existe pas à la surface de surveillance ou de service continu, doivent être défendus par une clôture efficace.

Sauf dérogation accordée par le service local, les orifices au jour des autres galeries, lorsque ces orifices ne sont pas gardés, doivent être munis d'une porte qui, tout en pouvant s'ouvrir librement de l'intérieur, ne peut s'ouvrir de l'extérieur qu'à l'aide d'une clef.

ART. 43. — Les orifices au jour des puits et des galeries d'une incli-

naison dangereuse, lorsque ces puits ou galeries sont en service continu, seront clos ou munis de barrières disposées de façon à empêcher la chute des hommes et du matériel. Seront disposées de même à l'intérieur les ouvertures intérieures de tout puits, ainsi que de toute fendue ou cheminée.

Dans tout puits où se fait, par cages guidées, l'extraction, le service des remblais ou la circulation du personnel, les barrières aux étages en service normal seront munies de dispositifs tels que leur fermeture soit assurée par des moyens automatiques ou par enclenchement, tant que la cage n'est pas à la recette. Les barrières des autres recettes seront, à défaut de fermetures automatiques ou par enclenchement, soit cadenassées, soit tenues fermées et gardées par un ouvrier spécialement commissionné à cet effet. Les dispositions qui précèdent sont applicables aux balancés ou monte-charges souterrains, sauf aux étages inférieurs, lorsqu'il n'y a pas au-dessous de vides dangereux.

ART. 44. — Toute recette, à la surface et au fond, doit être munie, dans les puits non guidés, d'une barre en fer solidement fixée, qui puisse servir de point d'appui au receveur pendant les manœuvres.

ART. 45. — Les ouvriers effectuant des manœuvres, soit entre les barrières et le puits, soit aux abords des puits, en cas de suppression momentanée des barrières, doivent être munis de ceintures de sûreté.

ART. 46. — Tout puits dont la profondeur est telle que la communication à la voix ne puisse s'effectuer régulièrement doit être muni de moyens de communication permettant l'échange de signaux entre chaque recette et la surface.

Les signaux à échanger pour les diverses manœuvres sont affichés d'une façon permanente tant à la surface qu'au fond.

Ils doivent être établis de façon à éviter toute confusion entre ceux qui se rapportent aux diverses recettes.

ART. 47. — Dans le puits principal de tout siège d'extraction où sont occupés cent ouvriers au moins au poste le plus chargé, les recettes principales, situées à plus de 100 mètres de profondeur, servant normalement à l'extraction ou à la circulation du personnel, doivent être munies d'appareils tels que téléphones, permettant l'échange de conversations avec la surface.

ART. 48. — Pendant toute la durée du service, la recette à la surface, la nuit, et les recettes intérieures doivent être bien éclairées par des lumières fixes.

ART. 49. — Une visite détaillée de chaque puits où s'effectue l'extraction, le service des remblais ou la circulation du personnel est faite une fois au moins par semaine par un agent compétent. Les résultats de la visite sont consignés sur un registre spécial.

ART. 50. — Les réparations dans les puits se font au moyen d'une

cage, d'une benne ou d'un plancher de travail, établis dans des conditions qui garantissent les ouvriers contre les chutes.

A défaut d'un dispositif satisfaisant à ces conditions, aucun travail de réparation ne peut être exécuté sans l'emploi, par les ouvriers, d'une ceinture de sûreté.

ART. 51. — Les treuils mus à bras d'homme doivent être munis d'un cliquet ou d'un appareil équivalent ; les manèges, d'un frein ou d'une fourche trainante ; les treuils à moteur mécanique, de dispositifs permettant d'immobiliser les câbles.

Circulation dans les puits.

ART. 52. — Tous les puits où le personnel circule normalement par les câbles doivent être munis, indépendamment de l'appareil principal de circulation, soit d'échelles, soit d'un deuxième appareil de circulation ou d'un appareil de secours à câbles indépendants.

Dans une au moins des communications avec le jour prévues par l'article 40, des échelles sont établies depuis l'étage inférieur jusqu'au jour, à moins que les ouvriers ne puissent sortir par des galeries.

Dans les puits servant à l'extraction ou à la circulation normale des ouvriers et qui sont pourvus d'un puisard, des échelles doivent être disposées de la recette inférieure d'extraction jusqu'au fond du puisard.

ART. 53. — Le compartiment des échelles est séparé par une cloison du compartiment d'extraction ; il est aussi séparé de celui d'épuisement lorsque l'épuisement se fait par maîtresse-tige.

Par exception, dans les puits de faible profondeur et de faible section, les échelles peuvent être placées dans le compartiment d'extraction ; mais la circulation par les échelles et le service de l'extraction ne peuvent pas avoir lieu simultanément.

Les échelles placées dans les retours d'air généraux des mines à grisou ou à feux ne peuvent être employées pour la circulation normale du personnel.

ART. 54. — Dans les puits de plus de 10 mètres de profondeur, l'inclinaison des échelles ne peut être supérieure à 80°, à moins d'une dérogation accordée par le service local ; des paliers de repos sont établis à 10 mètres au plus les uns des autres.

Toute échelle doit dépasser de 1 mètre au moins le palier qui la surmonte ; à défaut, des poignées fixes sont établies sur une hauteur égale.

Les échelles établies dans les puisards ne sont pas soumises aux dispositions du présent article.

ART. 55. — Il est interdit dans la circulation par les échelles de porter à la main, la lampe exceptée, des outils et objets lourds

quelconques qui, par leur chute, pourraient produire des accidents
Ces outils ou objets doivent être fixés au corps ou portés dans un sac solidement fixé aux épaules.

Si des échelles sont temporairement hors d'usage, des dispositions sont prises pour que nul ne puisse y circuler, sauf pour les réparer.

ART. 56. — Une consigne, qui sera affichée en permanence aux abords du puits, fixe les conditions de la circulation du personnel et, notamment, le nombre de personnes qui peuvent être transportées par cordées ; les heures d'entrée et de sortie ; les mesures auxquelles les ouvriers doivent se soumettre pour le maintien de la sécurité et du bon ordre : les conditions de la circulation des enfants au-dessous de seize ans ; la vitesse maximum de translation et, s'il y a lieu, les points de ralentissement.

En aucun cas, la vitesse de translation ne doit pas dépasser 10 mètres par seconde. Si la circulation s'effectue exclusivement par un câble, il en est fait mention dans la consigne.

Des signaux spéciaux doivent être faits en cas de translation du personnel et notamment pour éviter les mouvements prématurés de la cage.

ART. 57. — A chaque recette, l'entrée et la sortie du personnel s'opèrent sous la surveillance d'un préposé spécialement désigné à cet effet ; les ouvriers sont tenus de se conformer à ses instructions.

Aux recettes intérieures, une chaîne est placée à hauteur de ceinture, à 2 mètres au moins des bords du puits ; les ouvriers ne peuvent la dépasser que lorsque leur tour sera venu de monter dans la cage.

ART. 58. — Pendant la circulation du personnel par un des câbles, l'autre câble ne peut être utilisé que pour le transport du personnel ou du matériel vide.

Toutefois des dérogations à cette prescription peuvent être accordées par le service local, lorsqu'elles sont nécessitées par l'équilibrage des charges.

La cage descendant le personnel ne peut contenir, en outre des ouvriers, que leurs outils et des wagons vides : celle par laquelle remonte le personnel ne peut contenir des wagons chargés aux mêmes étages que le personnel.

ART. 59. — Le service de la machine, pendant tout le temps que dure la circulation du personnel, est assuré par un mécanicien et un aide-mécanicien.

Lorsque cette circulation est peu importante ou exceptionnelle, il suffit que le mécanicien, tout le temps qu'elle dure, soit assisté d'une personne capable d'arrêter le mouvement de la machine en cas de besoin. Il en est de même dans les puits en fonçage.

Les dispositions du présent article ne s'appliquent pas aux appareils d'extraction pourvus de dispositifs automatiques tels que la vi-

tesse de la cage à l'arrivée au jour ne puisse dépasser 1 mètre par seconde et que la cage ne puisse monter jusqu'aux molettes.

ART. 60. — Durant toute circulation du personnel, il est interdit aux receveurs des recettes ainsi qu'aux mécaniciens de quitter leur poste pour quelque motif que ce soit. Le mécanicien doit pouvoir à tout instant agir sur le levier de changement de marche, le régulateur ou le frein ; le frein doit être serré pendant que la cage est à la recette.

ART. 61. — Les cages à guidage rigide par lesquelles circule normalement le personnel doivent être munies de parachutes et de mains-courantes : les cages sont construites de façon à empêcher toute chute de personne hors de la cage et à éviter que des objets extérieurs ne puissent en tombant pénétrer dans la cage.

Les parachutes peuvent être calés pendant l'extraction des produits ou la descente des remblais ou du matériel.

Les cages doivent être agencées de telle sorte que si elles viennent à être immobilisées accidentellement, en un point quelconque de leur parcours, les ouvriers puissent en être retirés.

ART. 62. — Dans les puits non guidés, le personnel ne peut circuler que sur le fond des bennes, à moins d'être relié par une ceinture de sûreté au câble ou au dispositif de suspension.

La ceinture de sûreté est obligatoire dans tous les cas lorsqu'on emploie des bennes de moins de 80 centimètres de profondeur.

Sauf dans les puits en fonçage, les bennes par lesquelles circule normalement le personnel doivent être munies d'un chapeau d'un diamètre au moins égal à celui de la benne ; ce chapeau sera disposé de manière à rester à 1^m,50 au moins au-dessus de la benne.

Les dispositions nécessaires sont prises au jour et aux recettes intérieures pour assurer la sécurité de l'entrée et de la sortie.

ART. 63. — Dans les puits en fonçage, les bennes non guidées ne peuvent jamais être remplies à plus de 20 centimètres du bord.

Les objets qui dépassent le bord de la benne doivent être attachés aux chaînes ou aux câbles.

TITRE III. — Plans inclinés.

ART. 64. — Les poulies des plans inclinés automoteurs doivent être munies d'un frein à contrepoids normalement serré ; il est interdit de caler l'appareil dans la position de desserrage.

Les treuils des plans inclinés avec moteurs et ceux des descenderies sont disposés conformément aux prescriptions de l'article 51.

Des dispositions doivent être prises pour éviter que le freineur, à sa place de manœuvre, puisse être atteint, soit par les wagons qu'il manœuvre, soit par les câbles en mouvement,

Art. 65. — La recette supérieure du plan et les recettes intermédiaires sont normalement fermées par des taquets, barrières, chaînes ou traverses, de manière à prévenir la chute des hommes et à empêcher les véhicules de pénétrer inopinément sur le plan; les wagons ne doivent pouvoir être mis en mouvement que sous l'impulsion volontaire de l'ouvrier chargé de leur manœuvre.

Les crochets d'attelage sont disposés de façon à ne pas se détacher pendant la marche.

Art. 66. — Les galeries dans lesquelles débouchent des plans inclinés, des descenderies ou des cheminées, doivent être protégées par des moyens appropriés, de façon que les hommes qui s'y trouvent ne puissent être atteints par des wagons ou autres objets,

Dans les descenderies en fonçage ou dans les plans inclinés en remblayage, des dispositions sont prises pour arrêter les dérives en wagons.

Art. 67. — Il est interdit aux ouvriers de la recette supérieure de placer les wagons sur les rails des plans inclinés ou de les disposer de façon qu'ils puissent aisément passer sur ces rails, avant d'avoir accroché les wagons au câble, à moins que le plan ne soit muni de dispositifs de nature à empêcher la marche en dérive des wagons non attelés.

Il est interdit aux ouvriers de la recette inférieure ou des recettes intermédiaires de se tenir dans le plan ou au fond du plan pendant la circulation des wagons; ils doivent se placer soit dans une galerie transversale, soit, à défaut, dans des abris spéciaux disposés à cet effet.

Il est défendu de circuler par les wagons ou chariots-porteurs des plans inclinés ou des descenderies, à moins d'une autorisation du service local fixant les conditions de la circulation.

Cette interdiction ne s'applique pas au transport des malades et des blessés.

Art. 68. — A moins que la communication à la voix ne donne lieu à aucune incertitude, tout plan incliné doit être muni de moyens spéciaux de communication entre les diverses recettes et le freineur ou le mécanicien, et inversement.

Une consigne fait connaître les signaux à employer suivant les cas.

Art. 69. — Il est interdit de circuler sur les plans inclinés à chariot-porteur autrement que pour les traverser.

Sur les autres plans inclinés affectés au roulage, la circulation est réglée par une consigne approuvée par l'ingénieur en chef des mines.

La même consigne fixe les conditions dans lesquelles on peut traverser les plans,

Art. 70. — Lorsqu'un wagon a déraillé ou est arrêté par un accident quelconque, les mesures nécessaires seront prises par les frei-

neurs ou mécaniciens, ainsi que par les receveurs d'amont, pour qu'il ne puisse se mettre en marche de lui-même ; la mise en mouvement ne doit avoir lieu qu'après que tous les hommes employés au relevage et à la manœuvre seront en sûreté.

ART. 71. — Dans les plans dont l'inclinaison est supérieure à 45° on ne peut procéder à des travaux de réparation que sur des planchers ou à l'aide d'une ceinture de sûreté.

ART. 72. — Lorsque le personnel devra circuler normalement par des voies inclinées à plus de 25° , ces voies, si elles ne sont pas taillées en escaliers ou munies d'échelles, doivent être munies d'un câble ou d'une barre fixe pouvant servir de rampe.

Si l'inclinaison dépasse 45° , les voies seront munies de paliers de repos.

TITRE IV. — Roulage en galeries.

ART. 73. — Des mesures doivent être prises pour que les wagons en stationnement dans les galeries ne partent pas en dérive et que les wagons en marche ne prennent pas une vitesse dangereuse.

ART. 74. — Il est interdit aux rouleurs de se mettre en avant de leurs wagons pour en modérer la vitesse dans les voies en pente, ainsi que d'abandonner les wagons à eux-mêmes sur de pareilles voies.

Dans les galeries basses, les rouleurs doivent manœuvrer les wagons à l'aide de crochets, de poignées en fer ou de tout autre dispositif qui puisse garantir leurs mains contre des blessures.

ART. 75. — Il est interdit de monter sur les wagons des trains affectés au transport du charbon ; exception peut être faite pour le personnel des trains par une consigne de l'ingénieur de la mine.

Lorsque le personnel est transporté par wagons isolés ou en trains, une consigne de l'exploitant, approuvée par l'ingénieur en chef des mines, fixe les mesures à observer pour le bon ordre et la sécurité.

ART. 76. — Sauf dans les galeries éclairées en permanence, une lampe doit être placée à l'avant du train, à moins que le conducteur ne doive précéder le train avec une lampe à la main.

ART. 77. — Il est interdit de remettre sur rails un wagon déraillé avant d'avoir dételé le cheval ou, en cas de traction mécanique, avant d'avoir obtenu l'arrêt du moteur.

ART. 78. — Dans les galeries où le roulage s'effectue, soit par chevaux, soit par un moyen mécanique quelconque, et qui ne sont pas assez larges pour qu'on puisse se garer sûrement sur l'accotement, on doit ménager dans les parois, à des intervalles qui ne dépassent pas 50 mètres, des refuges où deux personnes puissent s'abriter ; ces refuges sont toujours tenus dégagés.

ART. 79. — Dans les galeries à trainage par chaînes ou câbles, la circulation du personnel ne peut avoir lieu, quand le roulage fonctionne, que par un passage de 60 centimètres de largeur au moins. Des signaux doivent être disposés de manière à ce qu'on puisse communiquer avec le machiniste d'un point quelconque du trajet.

ART. 80. — La traction par locomotives à l'intérieur de la mine et la traction électrique ne peuvent avoir lieu que conformément à une consigne, approuvée par l'ingénieur en chef des mines et réglant les conditions de la circulation des trains et de celle du personnel.

TITRE V. — Machines et câbles.

ART. 81. — Les dispositions des articles 15, paragraphes 1, 18, 19 et 20, sont applicables aux installations du fond comme à celles du jour. Celles des articles 13, paragraphe 1 et paragraphe 2; 15, paragraphe 3 et paragraphe 4, sont en outre applicables aux machines fixes installées au fond à demeure, telles que pompes d'épuisement, compresseurs fixes, treuils de puits intérieurs.

ART. 82. — Toute machine d'extraction établie à l'extérieur ou à l'intérieur doit être munie :

1° D'un frein capable d'arrêter le mouvement dans toutes les positions de la machine, qui puisse agir pendant le mouvement comme pendant l'arrêt de la machine, même en cas de rupture de la conduite du fluide moteur ou d'interruption du courant électrique, et être actionné par le mécanicien immédiatement et directement de la place de manœuvre;

2° D'un indicateur de la position de la cage ou de la benne dans le puits, placé en vue du mécanicien, sans préjudice des marques qui seront faites sur les câbles;

3° D'une sonnerie, d'un timbre ou d'un sifflet annonçant l'arrivée de la cage à son approche du jour;

4° D'un enregistreur de vitesse lorsque la vitesse de translation peut dépasser 12 mètres par seconde.

ART. 83. — Le frein des machines pour la circulation normale du personnel doit être disposé de façon à agir automatiquement en cas de rupture de la conduite du fluide moteur ou d'interruption du courant électrique.

ART. 84. — Les chevalements doivent être disposés de telle manière que la cage ne puisse monter jusqu'aux molettes et retomber ensuite dans le puits.

Dans les installations nouvelles et en dehors de la période préparatoire, les machines d'extraction servant à la circulation normale du personnel seront munies d'un évite-molettes automatique; des dispositions seront prises pour que la cage ne puisse venir heurter les taquets du fond avec une vitesse dangereuse.

ART. 85. — Les dispositions de l'article 82, paragraphes 2, 3 et 4, et de l'article 84 ne sont pas applicables aux treuils de secours ni aux treuils souterrains desservant un quartier ou un étage, lorsque ces treuils ne servent pas à la circulation normale du personnel.

ART. 86. — Les chaudières à vapeur ne peuvent être établies à l'intérieur que sur une autorisation du service local.

Les parois des chambres des chaudières et les conduites d'évacuation des gaz chauds doivent être au rocher sans aucun soutènement ou garnissage en bois ou autre matière inflammable.

ART. 87. — Il est tenu sur chaque mine un registre spécial relatif aux câbles employés à l'extraction ou à la circulation normale du personnel.

Pour chaque câble mis en place, on note :

1° Sa composition et sa nature, y compris les essais qui ont été faits sur le câble neuf et ses éléments ;

2° Le nom et le domicile du fabricant ;

3° La date de la pose originale ou de la repose après déplacement, et la nature du service auquel le câble est affecté ;

4° La charge qui ne doit pas être dépassée en service ;

5° La date et les circonstances des visites détaillées, y compris le nom de l'agent visiteur ;

6° La date et la nature des réparations, coupages, retournements, ainsi que la nature et le résultat des essais qui auraient été faits sur tout ou partie du câble ou sur certains de ses éléments ;

7° La date et la nature des accidents ;

8° La date et la cause de l'enlèvement définitif ou du déplacement ;

9° Le travail total effectué.

ART. 88. — Les appareils servant à l'extraction, tels que les cages, les freins et les parachutes, doivent faire l'objet d'un examen attentif et journalier.

Chaque jour, avant la descente normale du personnel, il est fait une cordée d'essai à pleine charge dans chaque sens entre les recettes extrêmes en service. Pendant ces cordées d'épreuve, les indicateurs de position des cages sont vérifiées et les câbles examinés.

Si quelque défaut est révélé, la circulation du personnel ne peut commencer avant qu'il y ait été porté remède.

Une visite détaillée des câbles et des appareils servant à l'extraction, avec essai du parachute, est faite une fois au moins par semaine par un agent compétent, qui consigne les résultats de sa visite sur le registre spécial prévu à l'article précédent.

ART. 89. — Tout câble doit, avant d'être mis en service pour la circulation normale du personnel :

1° Avoir subi des essais de rupture par traction, les fils des câbles métalliques devant, en outre, être soumis à des essais appropriés, notamment par pliage ;

2° Avoir servi au moins pendant vingt voyages à pleine charge et avoir été reconnu en bon état. Pareille épreuve sera faite pendant quatre voyages au moins, après chaque coupage à la patte ou renouvellement de l'attelage.

ART. 90. — Sur tout câble servant à la circulation normale du personnel, on doit procéder, une fois tous les trois mois la première année et une fois tous les deux mois pendant les années suivantes, au coupage de la patte sur 2 mètres de hauteur au moins.

Lorsque la cordée normale comprend plus de quatre personnes, des essais de rupture par traction sur une partie saine des bouts coupés du câble sont faits après chaque coupage réglementaire de la patte. Si ces essais, qui doivent avoir lieu dans le plus bref délai possible, indiquent, pour la résistance à la rupture, une réduction de plus de 30 0/0 par rapport à la résistance initiale, le câble doit être mis hors de service.

ART. 91. — Aucun câble ne peut travailler, s'il est métallique, à une charge supérieure au 1/6 de sa résistance à la rupture, constatée par les essais faits soit sur le câble à l'état neuf, soit après sa mise en service, et au quart de sa résistance s'il est en textile.

Toutefois, si pour des câbles ne servant pas à transporter plus de quatre personnes par cordée, il n'est point fait d'essais sur les bouts coupés, ces câbles ne peuvent être employés plus de deux ans à la circulation normale du personnel et ne peuvent travailler à une charge supérieure au 1/8 de leur résistance à l'état neuf, s'ils sont métalliques, et au 1/6 de leur résistance, s'ils sont en textile.

ART. 92. — Les câbles servant à l'extraction par le système Kœpe ne sont pas soumis aux dispositions des articles 90 et 91. Ils ne doivent jamais travailler à une charge supérieure au 1/7 de leur résistance à la rupture à l'état neuf et ne peuvent servir plus de deux ans à la circulation du personnel.

ART. 93. — Un câble rendu suspect par son état apparent, notamment, s'il est métallique, par le nombre de ses fils cassés ou rouillés, ne peut, en aucun cas, être maintenu en service.

Il est interdit d'employer pour la circulation normale du personnel un câble changé de face pour cause de fatigue.

ART. 94. — Les câbles épissés doivent, avant d'être mis en service, être essayés pendant vingt voyages au moins à pleine charge ; après cet essai, le bon état de l'épissure doit être constaté ; mention en est faite au registre prévu à l'article 87.

ART. 95. — Un câble de réserve propre à la circulation du personnel doit toujours être prêt à être mis en service.

TITRE VI. — Travail au chantier.

ART. 96. — Dans tout chantier, ou dans tout travail fait simultanément par plusieurs ouvriers, le chef de chantier ou, à défaut de chef de chantier, l'ouvrier le plus âgé, doit, en cas de danger, faire évacuer le chantier, avertir immédiatement les agents de surveillance, et jusqu'à leur arrivée, garder ou barrer l'entrée du chantier pour en interdire l'entrée.

ART. 97. — Les ouvriers ne doivent pas quitter leur chantier avant d'en avoir assuré la solidité.

ART. 98. — Tout chantier doit être visité par un surveillant au moins une fois pendant la durée du poste.

Tout chantier suspect est visité au moins deux fois par poste.

ART. 99. — Il est interdit de faire travailler isolément un ouvrier dans les points où, en cas d'accident, il n'aurait pas à très bref délai quelqu'un pour le secourir.

ART. 100. — Il est interdit aux ouvriers de parcourir, sans permission spéciale, d'autres voies que celles qu'ils ont à suivre pour se rendre au chantier ou pour exécuter leur travail.

ART. 101. — Dans les mines où l'emploi des lampes de sûreté est obligatoire, il est interdit de fumer et d'y apporter des pipes, du tabac à fumer, du papier à cigarettes, des allumettes ou tous autres engins et matières pouvant produire de la flamme ainsi que tout outil pouvant servir à ouvrir indûment les lampes.

Les surveillants et agents assermentés sont autorisés à visiter avant la descente du personnel les vêtements, paniers et sacs des ouvriers pour constater que ceux-ci ne portent pas d'objets interdits par le présent article.

ART. 102. — Les chantiers doivent être organisés de façon que tous les ouvriers occupés à un même chantier se comprennent entre eux.

Tous les surveillants, employés et ouvriers occupés à des opérations intéressant la sécurité collective (engageurs pour le personnel, machinistes, etc.) doivent comprendre et parler couramment le français.

ART. 103. — Tout chef de chantier, tout ouvrier travaillant isolément doit connaître suffisamment le français pour comprendre son surveillant, à moins que ce surveillant ne puisse lui-même se faire comprendre clairement dans une autre langue de ce chef de chantier ou de cet ouvrier.

ART. 104. — Le soutènement doit être exécuté conformément à des règles générales fixées par l'exploitant, sans préjudice des mesures spéciales qui pourraient être nécessitées par l'état du chantier.

Les parties du front de taille où l'on continue à travailler après

qu'elles ont été sous-cavées doivent être convenablement consolidées ou soutenues.

ART. 105. — L'exploitation des couches de combustible doit être faite par remblai.

Les remblais doivent être effectués de manière à permettre une bonne organisation de l'aérage. Ils suivront le front de taille aussi près que possible.

Les galeries à abandonner doivent être remblayées avant leur délaissement toutes les fois que cela sera reconnu nécessaire.

Les remblais doivent être constitués de telle sorte qu'ils ne puissent donner lieu à des feux. En cas de remblayage hydraulique, les déchets de lavage et de triage peuvent être utilisés.

ART. 106. — Les chantiers ou galeries poussés vers des points où l'on peut craindre l'existence d'amas d'eau ou de remblais aquifères doivent être précédés de trous de sonde divergents de 3 mètres de longueur au moins.

Si des dégagements de gaz inflammables sont à redouter, les ouvriers doivent être munis de lampes de sûreté.

ART. 107. — Dans les chantiers où les ouvriers sont exposés à être mouillés, des vêtements imperméables sont mis à la disposition de chacun d'eux.

ART. 108. — Sauf en cas de nécessité absolue, le travail est interdit dans les chantiers dont la température atteint 35° au thermomètre sec ou 30° au thermomètre mouillé.

ART. 109. — Dans les chantiers de perforation mécanique en roches dures, des mesures doivent être prises pour protéger les ouvriers contre les dangers des poussières.

TITRE VII. — Aérage.

Dispositions générales.

ART. 110. — Tous les ouvrages souterrains accessibles aux ouvriers doivent être parcourus par un courant d'air régulier, suffisant pour déterminer l'assainissement, éviter toute élévation exagérée de température et garantir contre tout danger provenant des gaz nuisibles ou des fumées, dans les circonstances normales de l'exploitation.

A moins d'une dérogation accordée par le service local, la vitesse de l'air dans les puits et galeries ne peut dépasser 8 mètres par seconde, sauf dans les puits et dans les travers-bancs ou dans les retours d'air principaux qui ne servent pas normalement au transport des produits ou à la circulation du personnel.

ART. 111. — Les puits et galeries servant au parcours de l'air doi-

vent rester en bon état d'entretien et être toujours facilement accessibles dans toutes les parties.

ART. 112. — Les foyers d'aérage sont interdits dans les mines de combustibles.

ART. 113. — Sauf dans la période préparatoire, l'aérage par goyots est interdit.

ART. 114. — Les courants d'air obtenus par des moyens mécaniques doivent, autant que possible, être dirigés dans le même sens que les courants d'air résultant de l'aérage naturel.

ART. 115. — Les travaux doivent être disposés de manière à réduire le nombre des portes pour diriger ou diviser le courant d'air.

Dans les galeries très fréquentées, on ne doit employer que des portes multiples, convenablement espacées; des mesures doivent être prises pour que l'une au moins de ces portes soit toujours fermée.

Il en est de même pour toute porte dont l'ouverture intempestive pourrait apporter des perturbations dans un ou plusieurs des courants d'air principaux.

Les portes doivent se refermer d'elles-mêmes.

Celles qui sont temporairement sans usage doivent être enlevées de leurs gonds.

Il est interdit de caler dans la position d'ouverture une porte d'aérage en service, sauf pendant la durée du passage d'un convoi.

Toute personne qui a ouvert une porte doit la refermer; au cas où une porte ouverte ne peut être refermée, les agents de la surveillance doivent en être avertis.

ART. 116. — Il doit être procédé dans toute mine, tous les trois mois au moins, au jaugeage du courant d'air général et des courants d'air partiels.

Les résultats de ces jaugeages seront consignés sur un registre.

ART. 117. — Toute mine doit avoir un plan d'aérage, tenu à jour, sur lequel sont indiquées la direction et la répartition du courant d'air, la situation des portes principales ainsi que des stations de jaugeage.

ART. 118. — Les voies et les travaux abandonnés ou non aérés doivent être rendus inaccessibles aux ouvriers.

Dispositions spéciales aux mines à grisou.

ART. 119. — Les mines à grisou sont classées comme mines franchement grisouteuses ou comme mines faiblement grisouteuses.

Ce classement est décidé par le service local, l'exploitant et le délégué à la sécurité des ouvriers mineurs entendus.

Il est fait par siège d'extraction ou par quartier indépendant,

étant réputés quartiers indépendants ceux n'ayant rien de commun, au point de vue de l'aérage, que les voies principales d'entrée et de sortie d'air.

ART. 120. — L'exploitation des mines à grisou doit se faire autant que possible par étages pris en descendant, de manière qu'il n'y ait point de vieux travaux dangereux sous des travaux en activité.

Les mines importantes ou étendues sont divisées en quartiers indépendants.

ART. 121. — L'aérage doit être ascensionnel, sauf à considérer comme horizontales les galeries ayant moins de 3 0/0 de pente. On peut toutefois, à titre exceptionnel, quand les conditions de l'exploitation l'exigent absolument, aérer par un courant d'air descendant un travail quelconque, à condition d'en avertir au préalable l'ingénieur en chef des mines.

Les dispositions qui précèdent ne sont pas applicables à l'aérage des montages au rocher ou au charbon, qui est réglé par une consigne soumise à l'approbation de l'ingénieur en chef des mines.

L'aérage, sauf pour les travaux préparatoires, ne peut avoir lieu par galandages, tuyaux ou canars.

ART. 122. — Les cloches se produisant aux toits des chantiers et galeries seront soigneusement remblayées, à moins qu'elles ne soient convenablement aérées et qu'elles ne soient visitées.

Dans les mines franchement grisouteuses les remblais doivent être aussi imperméables que possible à l'air et serrés contre le toit.

ART. 123. — Les dispositions nécessaires doivent être prises à la surface pour que du grisou sortant de la mine ne puisse s'enflammer à un foyer ou à une flamme du voisinage.

ART. 124. — Toute mine franchement grisouteuse qui n'a pas deux ventilateurs, avec machine distincte, susceptibles chacun d'assurer l'aérage normal de la mine, doit avoir, outre le ventilateur assurant l'aérage normal, un autre ventilateur capable d'assurer la continuation de l'aérage et de permettre aux ouvriers de sortir en toute sécurité, en cas d'arrêt accidentel du ventilateur principal; si pareil arrêt se produit, on ne peut maintenir dans la mine, pour les travaux indispensables d'entretien, que le personnel jugé par l'ingénieur de la mine en rapport avec l'aérage restant.

Toute mine faiblement grisouteuse doit être munie d'un ventilateur au moins; le ventilateur ne peut être arrêté que sur l'ordre et suivant les conditions fixées par l'ingénieur de la mine.

ART. 125. — Tout arrêt accidentel d'un ventilateur doit être immédiatement signalé à l'ingénieur de la mine ou, en son absence, à l'agent de la surveillance le plus élevé en grade présent à la mine, qui prend immédiatement les mesures nécessaires pour assurer la sécurité du personnel et fait, s'il y a lieu, évacuer la mine. Si la mine a été évacuée, la rentrée des ouvriers ne peut avoir lieu que

sur l'ordre et dans les conditions fixées par l'ingénieur de la mine, le tout sans préjudice des dispositions prévues à l'article 130 ci-après.

Lorsque la ventilation mécanique a été suspendue plus d'une heure pendant un chômage de l'exploitation, la rentrée du personnel aura lieu dans les conditions prévues au paragraphe précédent.

ART. 126. — Les ventilateurs sont placés, autant que possible, en un point et dans des conditions qui les mettent à l'abri en cas d'explosion; ils doivent être munis d'un manomètre à eau et d'un appareil enregistrant automatiquement les dépressions ou surpressions.

ART. 127. — Toute mine franchement grisouteuse doit être munie de moyens de ventilation à air comprimé ou de tous autres moyens mécaniques d'une efficacité équivalente pour assurer l'aérage auxiliaire de travaux particuliers ou exceptionnels.

ART. 128. — Les portes établies, entre le puits d'entrée et le puits de sortie d'air, dans des conditions telles que leur destruction provoquerait un court-circuit d'aérage de nature à empêcher l'air de circuler dans les travaux en quantité suffisante, doivent être installées ou disposées de telle sorte qu'elles résistent à une pression d'au moins 10 kilogrammes par centimètre carré, à moins qu'il n'y ait des portes de secours disposées de manière à être à l'abri des explosions et pouvant être fermées en cas d'accident.

ART. 129. — Les travaux des étages dont l'exploitation est terminée ou abandonnée et qui pourraient occasionner des dangers doivent être efficacement isolés des travaux en activité ou ventilés: dans ce dernier cas, ils ont un retour d'air soigneusement écarté de tout chantier ou de toute galerie actuellement fréquentés.

ART. 130. — Tous les chantiers des mines franchement grisouteuses doivent être visités tous les jours, avant la reprise du travail, à la lampe de sûreté à flamme.

Dans les mines faiblement grisouteuses, cette visite peut n'être faite que le lendemain des jours de chômage ou après un arrêt de la ventilation.

Les visites sont faites par un agent spécialement désigné, dans les conditions fixées par une consigne de l'ingénieur de la mine.

Cette consigne indique, s'il y a lieu, les points que les ouvriers ne peuvent franchir avant que la visite ait été effectuée. Ces points sont indiqués dans la mine par des marques apparentes.

Les résultats de la visite sont consignés dans des registres spéciaux.

ART. 131. — Les prescriptions de l'article 130 relatives aux mines faiblement grisouteuses doivent, dans les mines non grisouteuses, être appliquées aux quartiers suspects. Sont considérés notamment comme suspects les travaux se dirigeant vers des régions mal connues ou connues comme dangereuses.

ART. 132. — Sauf pour l'exécution des travaux indispensables en

cas de sauvetage ou de danger imminent, il est interdit de travailler, de circuler ou de séjourner dans les points de la mine où le grisou marque à la lampe d'une façon dangereuse.

Est, en tout cas, considérée comme dangereuse une teneur en grisou supérieure à 2 0/0.

Une consigne de l'ingénieur de la mine fixe les indications de la lampe d'après lesquelles le chantier doit être évacué.

Si, en cas de sauvetage ou de danger imminent, il est nécessaire de travailler dans le grisou, les travaux ne peuvent être exécutés que d'après les indications directes de l'ingénieur, par des ouvriers de choix, sous la surveillance et en la présence continue d'un préposé spécial.

ART. 133. — Les ouvriers sont tenus de surveiller l'état de l'atmosphère de leur chantier, notamment à chaque reprise du travail. Si le grisou marque à la lampe d'une façon dangereuse, ils évacuent immédiatement le chantier et avertissent les agents de la surveillance.

Lorsqu'il est fait usage de lampes électriques portatives, il est mis à la disposition des ouvriers une lampe de sûreté, à flamme, par chantier.

ART. 134. — Des mesures immédiates doivent être prises pour assainir tout chantier où la présence du grisou a été signalée en quantité dangereuse.

Jusqu'à ce qu'il ait été assaini, l'accès du chantier est interdit par une fermeture efficace.

En attendant que cette fermeture ait pu être posée, l'accès est interdit par deux bois placés en croix.

Nul, sans ordre spécial, en dehors des ingénieurs ou surveillants, ne peut pénétrer dans un chantier inédit.

ART. 135. — Lorsque les chantiers sont dirigés vers d'anciens travaux ou vers des régions dans lesquelles on peut craindre des amas de grisou, ils doivent être précédés de sondages.

Dans le cas où le trou de sonde dénote la présence du grisou, les ouvriers arrêtent le travail, évacuent le chantier en plaçant à son entrée le signal d'interdiction, et préviennent un agent de la surveillance.

ART. 136. — Les accumulations accidentelles de grisou ne doivent être dissipées qu'avec la plus grande prudence et seulement lorsqu'on a la certitude de ne pas créer un danger sur le parcours de sortie. L'ingénieur de la mine dirige lui-même ces opérations ou délègue un surveillant pour les faire exécuter d'après ses instructions.

ART. 137. — Le nombre de chantiers simultanément en activité sur un même courant d'air doit être en rapport avec leur production, le volume d'air et le dégagement du grisou; le retour d'air d'aucun chantier ne doit tenir plus de 1 1/2 0/0 de grisou pour les courants exclusivement affectés à l'aérage des travaux de traçage, et 1 0/0 pour tous autres courants d'air.

ART. 138. — Les jaugeages du courant d'air doivent être effectués à des intervalles d'un mois au plus.

Ils doivent être renouvelés dès que, par suite d'un nouveau percement, d'une modification dans les portes ou pour toute autre cause, il s'est produit ou il a pu se produire une modification importante dans la direction, la distribution ou la répartition de quelque'une des branches principales du courant d'air.

Les jaugeages sont faits à l'entrée et la sortie de la mine, à l'origine et à l'extrémité de chacune des branches principales du courant, et immédiatement en avant et en arrière des chantiers ou groupes de chantiers.

Les jaugeages autres que ceux concernant les chantiers sont effectués dans les stations à ce disposées.

Les résultats des jaugeages sont consignés à leur date sur le registre d'aérage.

ART. 139. — La teneur en grisou des retours d'air est relevée quotidiennement dans les mines franchement grisouteuses et au moins une fois par semaine dans les mines faiblement grisouteuses, au moyen d'un indicateur donnant des résultats immédiats. Ces résultats sont contrôlés au moins une fois par mois au moyen d'un appareil de dosage. Les teneurs en grisou sont consignées à leur date sur le registre d'aérage.

Les indicateurs sont d'un type agréé par le ministre des Travaux publics.

ART. 140. — Aucune modification ne peut être introduite dans les dispositions générales de l'aérage d'une mine sans l'ordre de l'ingénieur.

Toutefois, en cas d'urgence, les agents de la surveillance peuvent prendre des mesures immédiates nécessaires en en référant de suite à l'ingénieur.

Il est interdit d'obstruer entièrement ou partiellement un courant d'air.

TITRE VIII. — Dispositions spéciales contre les poussières.

ART. 141. — Les mines de combustibles sont classées en trois catégories suivant les dangers qu'elles présentent en raison des poussières. Le classement est décidé par le service local, l'exploitant et le délégué à la sécurité des ouvriers mineurs entendus. Il est fait par siège d'extraction ou par quartier indépendant.

ART. 142. — Les dispositions prévues pour la ventilation des mines faiblement grisouteuses par l'article 124 ainsi que les dispositions des articles 126 et 128 sont applicables aux mines poussiéreuses des 1^{re} et 2^e catégories.

Dans ces mines, l'effectif occupé simultanément par quartier d'aérage indépendant ne peut dépasser 150 personnes.

Dans toutes les communications reliant deux quartiers d'aérage, ou des groupes de quartiers dont l'effectif global ne dépasse pas 150 personnes, des dispositions doivent être prises de manière à éviter qu'une explosion de poussières se produisant dans l'un d'eux puisse se propager dans l'autre.

Il doit être procédé, en outre, tous les trois mois au moins, à l'enlèvement des poussières charbonneuses accumulées dans les galeries principales de roulage.

ART. 143. — Dans les mines poussiéreuses de 1^{re} catégorie, l'emploi de wagons à parois non étanches est interdit pour le transport du charbon ; en vue d'éviter la dissémination des poussières, les wagons chargés de charbon doivent être arrosés avant de circuler dans les voies principales de roulage.

TITRE IX. — Éclairage.

Dispositions générales.

ART. 144. — Dans les mines grisouteuses et dans les mines poussiéreuses de première catégorie ainsi que dans les quartiers suspects visés à l'article 131, il ne peut être fait usage que de lampes de sûreté ; toutefois, sauf dans les mines à dégagements instantanés de grisou, l'emploi de lampes à flamme protégée est autorisé dans la colonne et aux recettes des puits d'entrée d'air.

ART. 145. — Dans les mines non grisouteuses, à défaut de lampes de sûreté, il ne peut être fait usage que de lampes à flamme protégée. A tout siège d'extraction desdites mines, il doit y avoir au moins deux lampes de sûreté à flamme en bon état.

Prescriptions spéciales concernant l'emploi des lampes de sûreté.

ART. 146. — Les lampes de sûreté doivent être conformes à un des types agréés par le ministre des Travaux publics.

ART. 147. — Les lampes de sûreté doivent être construites en matériaux de première qualité, parfaitement ajustées et constamment entretenues en bon état.

Elles sont munies de fermetures telles que leur ouverture en service ne puisse avoir lieu sans rompre ou fausser tout ou partie des organes et sans en laisser des traces apparentes.

Pour les lampes à essence, le réservoir doit être garni d'ouate et le remplissage effectué de manière que la lampe remise à l'ouvrier ne laisse pas égoutter d'essence quand on la renverse.

ART. 148. — Le service de la lampisterie doit être assuré par des agents expérimentés et faire l'objet d'une surveillance constante et rigoureuse.

ART. 149. — Chaque lampe porte un numéro distinct.

Avant la descente, la lampe est remise par le lampiste, et sous sa responsabilité, en parfait état, garnie et dûment fermée.

Toute personne qui reçoit une lampe doit s'assurer qu'elle est complète et en bon état; elle doit refuser celle qui ne paraît pas remplir ces conditions.

ART. 150. — Un agent spécialement désigné vérifie l'état de chaque lampe après la remise par le lampiste et avant l'entrée dans les travaux.

ART. 151. — Un contrôle tenu à la lampisterie, sous la responsabilité du lampiste, doit permettre de connaître le nom de toute personne descendue dans la mine et le numéro de la lampe qui lui a été remise.

ART. 152. — Toute ouverture ou tentative d'ouverture des lampes de sûreté est formellement interdite dans les travaux.

Une lampe éteinte dans la mine, si elle ne peut être rallumée par un rallumeur intérieur, doit être soit échangée contre une lampe allumée, soit rallumée à la lampisterie au jour ou dans des postes souterrains fixés par une consigne qui doit avoir été approuvée par l'ingénieur en chef des mines.

ART. 153. — Toute lampe qui est détériorée pendant le travail ou dont le tamis vient à rougir doit être immédiatement éteinte et rapportée pour être échangée.

ART. 154. — Inscription immédiate doit être faite de tout échange de lampe.

ART. 155. — Les lampes ne doivent jamais être abandonnées dans les chantiers, même momentanément.

ART. 156. — Il est interdit de rallumer une lampe à l'aide d'un rallumeur intérieur, lorsqu'on n'est pas certain de l'absence du grisou et du bon état de la lampe.

ART. 157. — Au sortir de la mine, les lampes sont remises au lampiste, qui relève et signale les défauts.

Quiconque ne rend pas au lampiste la lampe que celui-ci lui a remise le prévient des causes et conditions du changement.

Précautions à prendre pour l'emploi de l'essence.

ART. 158. — La conservation et la manutention de l'essence pour éclairage sont assujetties aux prescriptions suivantes, sans préjudice

des dispositions auxquelles elles peuvent être soumises en vertu de la législation sur les hydrocarbures.

ART. 159. — Les dépôts d'essence doivent être installés de manière à éviter tout danger d'explosion ou d'incendie des bâtiments de la mine.

ART. 160. — Le nettoyage et le remplissage des lampes ne peuvent être effectués dans le même local.

Les locaux de remplissage doivent être écartés d'au moins 10 mètres du bâtiment du puits ou des bâtiments y attenants. Ils sont séparés des locaux de dépôt ainsi que de ceux où s'opère la distribution des lampes aux ouvriers.

Ces locaux doivent être convenablement aérés; il ne doit s'y trouver ni feu ni foyer; il est interdit d'y fumer. Leur éclairage ne peut avoir lieu que par des lampes de sûreté et par des lampes électriques à incandescence.

La disposition de ces locaux doit permettre au personnel de les évacuer immédiatement et sans difficulté en cas de danger.

Les bâtiments où s'effectue le nettoyage et le remplissage des lampes doivent être construits en matériaux incombustibles.

ART. 161. — La reprise de l'essence au dépôt et son transport au local de remplissage ne peuvent s'effectuer qu'à la lumière du jour, à moins que ce transport ne se fasse par une tuyauterie continue.

ART. 162. — L'essence conservée dans les locaux de remplissage ne peut être contenue que dans des récipients métalliques à fermeture hermétique d'une capacité maximum de 50 litres.

Dans tous les cas, des dispositions doivent être prises pour que le remplissage des lampes ne donne lieu à aucune perte d'essence.

ART. 163. — Le démontage, le nettoyage, le garnissage et le remontage des rallumeurs ne doivent pas être faits à la même table que le remplissage et la fermeture des réservoirs des lampes.

Les bandes de rallumeurs usées doivent être jetées dans les récipients pleins d'eau.

TITRE X. — Explosifs.

Dispositions générales.

ART. 164. — La distribution des explosifs et des détonateurs dans la mine doit être effectuée conformément à une consigne de l'exploitant, qui ne peut être mise en application qu'après avoir été approuvée par l'ingénieur en chef des mines.

La même consigne, en tenant compte de la nature de l'explosif, fixe les précautions à prendre pour le chargement, le bourrage, l'amorçage et la mise à feu des coups de mines.

ART. 65. — Il est interdit de faire usage d'explosifs, de mèches de sûreté, de détonateurs, d'exploseurs et de bourroirs autres que ceux fournis par l'exploitant.

Les bourroirs doivent être exclusivement en bois.

ART. 166. — Il ne doit être remis aux ouvriers que la quantité d'explosifs et de détonateurs nécessaires au travail de la journée. Si des explosifs ou des détonateurs n'ont pas été utilisés à la fin de la journée, ils sont recueillis dans les conditions qui seront fixées par la consigne prévue à l'article précédent.

Il est interdit d'emporter à domicile des explosifs ou des détonateurs.

ART. 167. — Au chantier, les explosifs ne peuvent être conservés que dans des coffres fournis par l'exploitant et munis d'une fermeture solide. Les détonateurs doivent être renfermés dans des boîtes ou dans des étuis.

Il est interdit de mettre dans le même coffre des explosifs de nature différente. Les détonateurs doivent toujours être séparés des cartouches.

Les explosifs et les détonateurs doivent être tenus loin des lampes, de tous foyers, à l'abri de toute chute, des éboulements, de l'explosion des coups de mine, de l'humidité et de tout choc violent.

ART. 168. — Les explosifs ne peuvent être employés qu'à l'état de cartouches préparées hors des travaux souterrains.

Les cartouches ne doivent être amorcées qu'au moment de leur emploi.

Toute cartouche amorcée et non utilisée doit être séparée de son amorce et mise en lieu sûr.

ART. 169. — Il est interdit d'abandonner sans surveillance ou sans barrage effectif du chantier un coup de mine chargé ou raté.

ART. 170. — Avant l'introduction de l'explosif, le trou de mine doit être débarrassé de toute poussière charbonneuse.

Les coups de mines doivent être soigneusement bourrés. Il est interdit de mêler des poussières charbonneuses au bourrage.

La hauteur du bourrage ne doit pas être inférieure à 20 centimètres pour les premiers 100 grammes de la charge, avec addition de 5 centimètres pour chaque centaine de grammes ajoutée, sans toutefois qu'il soit nécessaire de dépasser 50 centimètres.

S'il est fait usage d'explosifs détonants, la détonation de la cartouche est provoquée par une amorce assez énergique pour assurer la détonation de l'explosif, même à l'air libre.

ART. 171. — Aucun coup de mine, qu'il ait été allumé ou non, ne doit être débourré.

ART. 172. — A défaut de l'emploi de l'électricité, l'allumage des coups de mine doit se faire exclusivement au moyen du cordeau détonant au moyen de mèches de sûreté.

La longueur de la mèche à employer est fixée par une consigne de l'ingénieur de la mine, suivant la vitesse de combustion des mèches employées et le nombre de coups de mines à tirer simultanément. En aucun cas la longueur de la mèche, comptée depuis l'avant de la cartouche antérieure, ne doit être inférieure à 1 mètre et la longueur de la mèche hors du trou à 20 centimètres.

Avant de laisser employer des mèches de sûreté, l'exploitant doit procéder à des essais lui permettant de s'assurer que ces mèches ne présentent aucune défectuosité dangereuse. Les essais sont effectués sur chaque fourniture et comportent la combustion d'au moins 10/0 des mèches de chaque lot. En aucun cas la vitesse de propagation de l'inflammation ne doit pas dépasser 1 mètre par minute.

Art. 173. — Aucun coup de mine ne peut être tiré sans que les ouvriers procédant au tir se soient assurés que tous les ouvriers du chantier ou des chantiers voisins, pouvant être atteints par l'explosion, sont convenablement garés. Les mesures nécessaires doivent être prises pour arrêter en temps utile ceux qui s'approcheraient trop du chantier.

Après le départ du coup, un des ouvriers du chantier reviendra pour en constater les effets. S'il reste de l'explosif dans le trou de mine, le travail d'abatage ne peut être repris que sur l'ordre de l'ingénieur de la mine ou d'un surveillant.

Art. 174. — Le tirage simultané dans un chantier de plus de quatre coups de mines ne peut se faire qu'à l'électricité.

On ne doit pas laisser un coup de mine chargé au voisinage d'un coup dont l'explosion pourrait l'enflammer.

Art. 175. — Lorsqu'un coup de mine qui n'a pas été tiré à l'électricité n'a pas fait explosion, le chantier est consigné pendant une durée de une heure au moins.

Avis immédiat doit en être donné à un agent de la surveillance.

L'emplacement des coups ratés est repéré et le coup doit être dégagé avec les précautions prévues à l'article suivant.

Art. 176. — Les trous de mine faits en remplacement de coups ratés sont percés sur l'indication d'un surveillant ou d'un boute-feu qui donnera, s'il y a lieu, les instructions utiles aux ouvriers du poste suivant. Ils ne peuvent être placés qu'à une distance du premier telle qu'il existe au moins 20 centimètres d'intervalle entre l'ancienne charge et les nouveaux trous.

Il est également interdit de creuser un nouveau trou passant de moins de 20 centimètres d'un trou ayant fait canon ou d'un fond de trou, sauf quand on a la certitude qu'il n'y est pas resté d'explosifs.

L'enlèvement des déblais du second coup doit se faire avec les précautions propres à éviter la détonation des explosifs qui auraient pu être projetés.

Art. 177. — Il est interdit d'approfondir les trous ayant fait ca-

non, ainsi que les fonds de trous restés intacts après l'explosion, en retirer les cartouches ou portions de cartouches non brûlées qui pourraient y être restées, ou d'en entreprendre le curage.

ART. 178. — Les trous qui ont fait canon ou les fonds de trous peuvent être rechargés, sous la réserve que l'opération soit effectuée par des ouvriers expérimentés, sous une surveillance spéciale, après un intervalle d'une demi-heure au moins. Une boule d'argile grasse doit être introduite au fond du trou, et la nouvelle cartouche enfoncée très doucement, de manière à éviter tout choc.

Emploi des explosifs dans les mines grisouteuses ou poussiéreuses.

ART. 179. — Dans les mines grisouteuses ainsi que dans les mines poussiéreuses de 1^{re} et 2^e catégories et dans les quartiers suspects visés à l'article 131, l'emploi de la poudre noire est interdit.

Aucun autre explosif ne peut y être employé que sous les conditions fixées par un arrêté du ministre des Travaux publics.

ART. 180. — Indépendamment des obligations sur la composition des explosifs, et sur les cartouches, résultant des règlements sur les explosifs, les explosifs agréés ne peuvent être livrés à l'exploitant et reçus par lui qu'à la condition d'être accompagnés d'un bulletin établi par le fabricant et donnant les indications suivantes :

1^o Nom de l'explosif et date de la décision ministérielle en agréant le type ;

2^o Millésime et numéro de fabrication des caisses livrées ;

3^o Composition centésimale de l'explosif ;

4^o Nom de la fabrique.

ART. 181. — Dans les mines grisouteuses et dans les mines poussiéreuses de 1^{re} et de 2^e catégories, le chargement et le bourrage des coups de mines ne peuvent être effectués que par des bouteux spéciaux non intéressés dans le travail du chantier ou en leur présence et sous leur surveillance, l'allumage est fait exclusivement par les bouteux. En cas d'éloignement trop grand d'un chantier, l'ingénieur de la mine peut désigner, par écrit, un ouvrier de choix pour faire fonctions de bouteux dans le chantier où il est occupé.

Il est interdit dans les mêmes mines de confier des explosifs à des ouvriers ne remplissant pas les fonctions de bouteux.

ART. 182. — Dans les mines grisouteuses, l'allumage des coups de mine ne peut avoir lieu qu'à l'électricité, à moins d'une autorisation du service local.

Aucun coup de mine ne peut être tiré avant que le bouteux ou l'ouvrier en faisant fonction ait constaté, par une visite minutieuse, l'absence de gaz.

Cette visite doit être faite immédiatement avant l'allumage de chaque coup ou le tir de chaque volée.

ART. 183. — Dans les mines poussiéreuses de 1^{re} et 2^e catégories, il est interdit de tirer plus d'un coup de mine à la fois autrement que par l'électricité.

TITRE XI. — Incendies souterrains et dégagements instantanés de gaz nuisibles.

ART. 184. — Les salles de machines souterraines où se trouvent des appareils mus par la vapeur doivent être revêtues de matériaux incombustibles. Les ingrédients servant au graissage et au nettoyage n'y peuvent être conservés que dans des récipients métalliques ou dans des niches maçonnées avec portes métalliques. Les déchets gras ayant servi doivent être mis dans des boîtes métalliques et enlevés régulièrement.

ART. 185. — Les retours d'air des écuries, ainsi que ceux des dépôts de fourrages et d'explosifs, doivent être établis de façon qu'en cas d'incendie de gaz nuisibles les ouvriers puissent être évacués sans passer par aucun chantier en activité ou galerie fréquentée.

Si cette condition ne peut être remplie pour les écuries en raison de l'éloignement des puits d'entrée et de sortie d'air, ces écuries et leurs dépôts doivent pouvoir être hermétiquement clos par des portes incombustibles.

ART. 186. — Dans les mines habituellement sujettes à des feux spontanés, l'aéragé doit être assuré dans les conditions prévues tant par l'article 124 pour les mines faiblement grisouteuses que par les articles 125, 126 et 127.

Des visites sont faites le lendemain des jours de chômage, avant la reprise du travail, en vue de constater l'absence d'incendie souterrain.

Des toiles ainsi que les matériaux nécessaires pour procéder rapidement à l'édification de barrages sont approvisionnés à la mine.

ART. 187. — Lorsqu'un incendie éclate au fond, tout ouvrier qui le constate doit, si possible, tenter de l'éteindre et prévenir dans le plus bref délai le surveillant le plus proche.

Si un feu vient à se déclarer dans une mine où les lampes de sûreté ne sont pas obligatoires, il est interdit de travailler dans le voisinage du feu avec des lampes autres que des lampes de sûreté. L'ingénieur de la mine fait indiquer par des écriteaux bien visibles des limites qu'on ne peut franchir sans employer ces lampes dans les conditions prévues pour les mines à grisou.

ART. 188. — L'installation de barrages et l'ouverture de régions

précédemment isolées par des barrages ne peuvent être effectuées qu'en présence d'un surveillant.

Pour l'exécution de ces travaux, les ouvriers doivent être munis de lampes de sûreté et des mesures doivent être prises pour que les gaz qui pourraient se dégager ne puissent s'allumer dans le parcours du courant d'air.

Dans les mines qui disposent d'appareils respiratoires, une équipe de sauvetage se tiendra à proximité des travaux.

ART. 189. — Dans les mines à feux où il se dégage du grisou les mesures nécessaires doivent être prises pour que, dans aucun cas, un courant d'air chargé de grisou en proportion dangereuse ne vienne en contact du front des barrages établis pour circonscrire des feux.

ART. 190. — Dans les mines à feux, l'état des barrages doit être vérifié par des tournées effectuées une fois par jour au moins, y compris les jours de chômage; on devra s'assurer, dans ces tournées, que de nouveaux feux ne se sont pas déclarés.

ART. 191. — Toute mine doit disposer, au jour ou au fond, d'appareils d'extinction, entretenus constamment en bon état, permettant de combattre immédiatement tout commencement d'incendie souterrain. Des appareils doivent en tous cas être disposés au fond près des écuries ou des dépôts de fourrages.

ART. 192. — Dans les mines poussiéreuses des 1^{re} et 2^e catégories, exploitées par puits, des conduites d'eau sous pression doivent être établies dans la colonne du puits d'entrée d'air, en prévision d'incendies accidentels.

Dans les mines à feux, ces conduites sont prolongées dans les galeries principales.

ART. 193. — Le travail dans les chantiers ou galeries où on a lieu de craindre des dégagements instantanés de grisou ou d'acide carbonique est conduit dans les conditions fixées par le service local.

ART. 194. — Dans les mines ou quartiers de mines exposés à des dégagements instantanés d'acide carbonique, des visites sont faites avant l'entrée des ouvriers dans les conditions stipulées à l'article 131 pour les mines faiblement grisouteuses.

TITRE XII. — Emploi de l'électricité dans les travaux souterrains.

ART. 195. — Les installations électriques souterraines doivent satisfaire aux prescriptions prévues par les articles 24 à 39 pour les installations électriques du jour.

Elles sont en outre soumises aux dispositions énoncées dans les articles ci-après.

Dispositions générales.

ART. 196. — Dans tout circuit électrique, le courant doit pouvoir être coupé sur tous les conducteurs à chaque récepteur, transformateur, convertisseur, ainsi qu'aux principales dérivations d'éclairage.

Les appareils d'interruption seront aisément reconnaissables et disposés de manière à être facilement accessibles.

ART. 197. — La centrale électrique ou la sous-station origine du courant descendant au fond sera mise en communication soit téléphoniquement, soit par tout autre moyen équivalent, avec les recettes des étages où existent des installations électriques.

ART. 198. — Dans tous les locaux où se trouvent des installations électriques de 2^e catégorie, on disposera en des endroits facilement accessibles des crochets isolants, des pinces isolantes ou tout autre matériel approprié pour porter secours à des personnes victimes d'un accident dû à l'électricité.

Des canalisations établies à demeure.

ART. 199. — L'emploi des conducteurs nus est interdit dans les travaux souterrains, sauf pour la prise de courant en cas de traction électrique, pour l'allumage des coups de mines et pour les signaux.

L'emploi de conducteurs isolés sans armure n'est autorisé que pour les distributions de première catégorie. Dans les puits et dans les galeries inclinées à plus de 45°, les conducteurs isolés sans armure doivent être placés sur isolateurs ou sous tubes métalliques étanches, isolés intérieurement.

Pour les lignes de 2^e catégorie, il ne peut être fait usage que de câbles armés des meilleurs modèles connus comportant une chemise de plomb sans soudure et une armure métallique.

ART. 200. — Les conducteurs nus et les conducteurs isolés sans armure ne peuvent être supportés directement par des crampons métalliques.

Dans les galeries boisées, les conducteurs doivent être supportés par des isolateurs essayés avec succès sous une tension triple de la tension en service ou être placés dans des tuyaux métalliques étanches isolés intérieurement.

Les mesures nécessaires doivent être prises pour que les conducteurs ne risquent pas de créer des contacts dangereux.

ART. 201. — Les câbles armés doivent être fixés de manière à ne pouvoir se rompre sous leur propre poids.

Des crochets de suspension ou de guidage sont disposés en nombre suffisant pour éviter tout flottement dangereux.

Dans les puits ou galeries humides, et dans les puits ou galeries de retour d'air, l'armure des câbles armés doit être protégée par un revêtement qui résiste efficacement aux actions de l'humidité.

Canalisations non établies à demeure.

ART. 202. — Il est interdit d'utiliser, pour des installations de la seconde catégorie, des canalisations non établies à demeure, sauf pour le service des puits et descenderies en fonçage.

ART. 203. — Les canalisations de 1^{re} catégorie non établies à demeure doivent pouvoir supporter entre les conducteurs et la terre une tension double de la tension normale de service.

ART. 204. — Au point de jonction avec le réseau des conducteurs non établis à demeure, il doit être établi une boîte de raccordement avec interrupteur.

Les diamètres des tambours qui servent à l'enroulement des conducteurs doit être suffisant pour que, par la répétition des enroulements ou des déroulements, les isolants et l'enveloppe des conducteurs ne soient pas endommagés.

Salles de machines, sous-stations et postes de transformation.

ART. 205. — Les générateurs et récepteurs établis à demeure, leurs appareils de démarrage ainsi que les transformateurs doivent être cuirassés ou être installés dans des chambres non boisées et ne contenant que des matières incombustibles.

Des sacs ou seaux remplis de sable doivent être tenus en réserve dans les salles de machines et sous-stations diverses pour permettre l'extinction des incendies.

ART. 206. — Dans les locaux où le sol et les parois sont très conducteurs, soit par construction, soit par suite de dépôts salins ou d'humidité, on ne doit jamais établir, à portée de la main, des conducteurs ou appareils placés à découvert.

Les locaux non gardés doivent être fermés à clé. Des écriteaux très apparents sont apposés partout où il est nécessaire pour prévenir les ouvriers de l'interdiction et du danger d'y pénétrer.

ART. 207. — Il est interdit d'employer, autrement qu'à demeure, des moteurs de la deuxième catégorie, sauf pour le service des puits et descenderies en fonçage.

Tableaux de distribution.

ART. 208. — Les tableaux de distribution placés au fond doivent être construits en matériaux incombustibles pouvant résister à l'influence de l'humidité. Ils sont protégés efficacement contre la chute des gouttes d'eau.

ART. 209. — Pour les distributions de deuxième catégorie, et pour les distributions de première catégorie dans les parties très humides, tous les éléments conducteurs doivent être isolés de la paroi du tableau par des isolateurs.

Traction par l'électricité.

ART. 210. — Il est interdit d'employer pour la traction des courants de deuxième catégorie, à moins d'une autorisation spéciale du service local.

ART. 211. — Dans les galeries où il est fait usage de traction par l'électricité, le courant doit être coupé pendant la circulation à pied du personnel et pendant les travaux d'entretien, à moins que les conducteurs de prise du courant ne soient placés à 2^m,20 au moins de hauteur au-dessus du rail ou qu'ils ne soient protégés, exception faite des croisements ou bifurcations spécialement désignés sur place au personnel d'une manière très apparente.

L'interruption du courant n'est pas obligatoire lorsque la circulation à pied a lieu par un passage matériellement séparé par des conducteurs aériens.

Tir électrique.

ART. 212. — Les courants de deuxième catégorie ne peuvent être utilisés pour le tir des coups de mines.

ART. 213. — Si le courant nécessaire au tir est emprunté au réseau général, des précautions seront prises pour que les fils d'allumage ne puissent être intempêstivement mis en contact avec les canalisations du réseau.

Le circuit d'allumage doit comporter une prise de courant et un interrupteur coupant tous les fils de dérivation et maintenant automatiquement la coupure sauf au moment du tir.

La prise de courant et l'interrupteur sont placés dans une boîte dont le bouchon ou l'ouvrier préposé au tir auront seuls la clé.

Les fils d'allumage ne doivent être reliés à cette boîte qu'au moment du tir et ne pas être détachés aussitôt après.

ART. 214. — S'il est fait usage d'exploseurs portatifs, l'organe de manœuvre doit être à la disposition exclusive du surveillant ou de l'ouvrier préposé au tirage qui ne le mettra en place qu'au moment d'allumer les coups.

ART. 215. — Il est interdit, dans l'intérieur d'un circuit d'allumage, d'employer la terre comme partie du circuit.

Dispositions spéciales aux mines à grisou.

ART. 216. — L'emploi de l'électricité est interdit dans les mines sujettes à des dégagements instantanés de grisou, sauf pour les lampes électriques portatives et le tirage des coups de mines.

Dans les autres mines à grisou, il ne peut être fait d'installations électriques que dans la colonne des puits d'entrée d'air, aux recettes d'accrochage de ces puits, et dans les galeries qui reçoivent de l'air venant directement du puits et n'ayant circulé dans aucun chantier en couche, ainsi que dans le voisinage de ces recettes ou galeries,

Des câbles armés peuvent, avec l'autorisation du service local, être placés dans les retours d'air des mines faiblement grisou-teuses.

ART. 217. — Dans les mines à grisou, il ne peut être fait usage que d'exploseurs d'un type agréé par le ministre des Travaux publics.

Les exploseurs doivent être solidement construits et constamment entretenus en bon état.

ART. 218. — Par exception aux dispositions de l'article 217, il peut être fait usage de signaux électriques ou de téléphone, sous les conditions suivantes dans toutes les parties de mines à grisou, où l'examen de l'atmosphère, fait au moins une fois par jour, n'indique pas une teneur en grisou de plus de 4 millièmes :

1° Les conducteurs à demeure doivent être placés sous câbles armés ; les câbles souples doivent être protégés par des tresses métalliques ;

2° Les câbles sont posés le plus près possible du sol des galeries et à l'abri de toute cause de rupture ;

3° Les prises de courant sont protégées par une couche d'huile de 5 centimètres au moins ;

4° Les appareils pouvant donner lieu à une production d'étincelles sont enfermés dans des boîtes pouvant résister à une explosion intérieure du grisou ; ces boîtes doivent être construites et entretenues de telle manière que l'inflammation ne puisse se communiquer au dehors.

L'emploi des signaux doit être immédiatement suspendu si le grisou apparaît en quantité supérieure à 0,75 0/0 aux abords de l'installation

ou en un point quelconque du circuit d'aérage entre l'installation et le puits d'entrée d'air.

Isolement, mesures, vérifications et visites.

ART. 219. — Les installations doivent être maintenues en bon état d'isolement.

Les isollements par rapport à la terre sont vérifiés au moins tous les trois mois pour les distributions établies à demeure et une fois par mois au moins pour les parties non installées à demeure. Les isollements entre conducteurs de polarité ou de phases différentes sont vérifiés au moins tous les six mois. Les résultats de ces vérifications sont consignés sur un registre qui est constamment tenu à la disposition du service des mines.

Les défauts d'isolement doivent être recherchés et réparés aussitôt qu'ils ont été décelés.

ART. 220. — Les canalisations non établies à demeure et les moteurs amovibles doivent être visités au moins une fois par semaine.

TITRE XIII. — Hygiène des chantiers.

ART. 22. — Des mesures doivent être prises pour éviter la stagnation des eaux et l'accumulation des boues dans les chantiers et galeries.

ART. 222. — Il est interdit de souiller la mine par des déjections.

On ne peut s'exonérer au fond que dans des tinettes mobiles, dans des wagons, ou dans des remblais que l'ingénieur des travaux a désignés comme suffisamment secs.

Les tinettes sont tenues en constatant état de propreté.

Les tinettes et les wagons sont nettoyés au jour.

ART. 223. — De l'eau, de bonne qualité pour boisson, est mise à la disposition du personnel au fond et au jour. Pour le fond, une consigne de l'ingénieur de la mine indique, suivant les besoins, les conditions de la distribution.

ART. 224. — Toute mine doit être pourvue, au fond et au jour, des objets nécessaires pour faire aux blessés les petits pansements.

Tout siège d'extraction desservant des travaux où sont simultanément occupés, au poste le plus chargé, plus de vingt-cinq ouvriers, doit être pourvu d'un brancard au moins, approprié au transport des blessés et des malades.

Lorsque le nombre des ouvriers, au poste le plus chargé, dépassera cent, une salle destinée à recevoir les blessés et les malades et à leur donner les premiers soins est aménagée au jour.

Le transport des malades et blessés à domicile ou à l'hôpital doit, en outre, être assuré dans des conditions satisfaisantes.

ART. 225. — Toute personne en état d'ivresse doit être immédiatement expulsée de la mine et de ses dépendances.

TITRE XIV. — Plans et registres.

ART. 226. — Pour chaque mine, il est dressé un plan des travaux orienté au Nord vrai et repéré par rapport à une ligne d'orientations tracée sur le sol, qui servira de base pour le réglage des instruments soit optiques, soit magnétiques.

La position de la ligne d'orientation peut être vérifiée et rectifiée, s'il y a lieu, par les ingénieurs des mines.

ART. 227. — Les plans des travaux sont dressés à l'échelle de 1 millimètre par mètre et divisés en carreaux de 10 en 10 centimètres.

Il est tenu un plan pour chaque gîte ou couche ou pour chaque tranche.

Les cotés de niveau des points principaux tels que les orifices des puits ou galeries, les points de jonction des galeries avec les puits et les galeries entre elles par rapport à un plan horizontal de comparaison dûment repéré, sont inscrites en mètres et centimètres sur les plans.

Il est tenu, en outre, sur papier transparent, un plan d'ensemble des travaux à l'échelle de 1 mètre pour 2.500 mètres ou 1 mètre pour 5.000 mètres; le plan de la surface prévu par le décret du 14 janvier 1909 est dressé à la même échelle et indique les limites de la concession, la position des objets de surface, tels que maisons ou lieux d'habitation, édifices, voies de communication, sources minérales, canaux, cours d'eau, ainsi que le tracé des propriétés territoriales.

ART. 228. — Les faits importants de l'exploitation doivent être inscrits sur le registre d'avancement; on y mentionne notamment les dates de l'ouverture et de l'avancement progressif des travaux, l'altitude du gîte, le jaugeage des eaux, la situation, la nature et l'importance des dégagements de gaz, ainsi que les incendies avec indication des mesures prises pour les combattre.

L'exploitant consigne sur le registre les circonstances et conditions de l'abandon des puits débouchant au jour et des puits intérieurs, des galeries et quartiers de l'exploitation.

ART. 229. — Le registre de contrôle journalier des ouvriers, prévu

par le décret du 3 janvier 1813, doit être tenu de manière à permettre, autant que possible, de connaître à tout instant le chantier ou le travail auquel un ouvrier est occupé.

TITRE XV. — Dispositions diverses.

ART. 230. — Les dérogations aux prescriptions du présent règlement, qui sont expressément prévues comme pouvant être données par le service local, sont accordées sur la demande de l'exploitant par le préfet ou par l'ingénieur en chef des mines délégué par le préfet à cet effet.

Indépendamment des dérogations ainsi prévues, le préfet peut, sur l'avis des ingénieurs des mines, accorder toutes autres dérogations aux dispositions du présent règlement ; mais les décisions accordant ces dérogations ne sont exécutoires qu'après approbation du ministre des Travaux publics, sur avis du conseil général des mines. Si les demandes visent des installations établies antérieurement au présent décret, ces installations peuvent être maintenues provisoirement sans modifications, jusqu'à ce qu'il ait été définitivement statué sur les dérogations.

ART. 231. — Le présent règlement ne fait pas obstacle aux mesures qui peuvent être ordonnées soit par le préfet en application de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, modifié par la loi du 27 juillet 1880 et par la loi du 23 juillet 1907, soit, en cas de danger imminent, par les ingénieurs des mines en application du décret du 3 janvier 1813, le tout sauf recours des intéressés au ministre des Travaux publics.

ART. 232. — Le présent règlement ne sera exécutoire que six mois après sa publication ; jusqu'à cette date continueront à être appliquées les dispositions antérieurement en vigueur.

ART. 233. — Le ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des lois*.

Accidents de mines.

Les obligations du concessionnaire de mine en cas d'accident sont les suivantes :

1° **Mesures préventives.** — Se conformer aux indications de l'ingénieur des mines et du contrôleur des mines lors des visites de ces agents.

Observer les règlements relatifs à l'aérage, à l'entretien des puits et galeries, à l'emploi des lampes de sûreté, des explosifs de sûreté, etc.

Organisation d'un *service médical*. Il tiendra compte aussi des services des *délégués mineurs*.

2° **Mesures à prendre en vue d'un accident possible.** — Entretien de boîtes de médicaments et de boîtes de secours avec pansements aux orifices des puits et dans l'intérieur de la mine. S'assurer le concours permanent et le plus accéléré possible d'un *médecin* ou *chirurgien*.

3° **Mesures à prendre après un accident.** — Prévenir *immédiatement et par écrit*, le *maire de la commune*, l'*ingénieur des mines* et le *contrôleur des mines*.

En cas d'accident, le maire et l'ingénieur des mines ont le droit de *réquisition*, dont les frais doivent être supportés par le concessionnaire. Il est procédé immédiatement à une *enquête* destinée à établir les *causes* de l'accident et les *responsabilités* engagées. (Voir au chapitre *Législation du travail*, le texte de la loi du 9 avril 1898 sur les responsabilités en cas d'accidents.)

Réparation des dommages causés aux propriétés par les travaux de mines.

L'article 15 de la loi du 21 avril 1810 a établi en faveur des propriétaires des terrains de surface une protection contre les risques résultant des travaux de mines. Il leur a donné la possibilité d'obtenir de l'exploitant, par décision de justice, « caution de payer toutes indemnités en cas d'accident ».

Depuis 1810 jusqu'en 1923, on a discuté sur la portée de ce texte. L'article 15 de la loi du 21 avril 1810 commençant en ces termes : « il doit aussi », on a ergoté sur le point de savoir si le mot « Il » s'appliquait à l'exploitant et à l'explorateur ou à l'explorateur seulement. Cette controverse procédait de la place occupée par le mot « il » dans la loi.

La jurisprudence de la Cour de cassation est heureusement et enfin venue, le 9 janvier 1923, au secours de la loi. Elle a tranché la question contre l'exploitant.

Malheureusement, pendant ce temps, une évolution considérable s'était produite dans le régime minier. Par suite de la concentration des exploitations, on n'est plus en présence, comme autrefois, de propriétaires de surface et de concessionnaires représentant une puissance économique comparable, mais de propriétaires de plus en plus nombreux, de parcelles de terrain de plus en plus petites, alors que les sociétés minières se sont, au contraire, fortifiées, en groupant au besoin un certain nombre de concessions.

De cette situation découle le fait que les propriétaires isolés hésitent

à engager contre les exploitants une action dont ils redoutent la lenteur, les complications et les frais.

Un fait grave s'est produit dans le bassin de Saint-Étienne, qui a provoqué l'intervention des pouvoirs publics. La Compagnie des mines de Villebœuf, qui poursuivait son exploitation sous la ville même de Saint-Étienne, provoqua d'importants dégâts d'immeubles. On constata des affaissements de plusieurs mètres. La Compagnie de Villebœuf payait les dommages au fur et à mesure qu'ils se produisaient, quand, en 1927, elle dut arrêter son exploitation. L'actif, en liquidation, ne permettait pas d'assurer la réparation des dégâts, qui se poursuivront, d'ailleurs, pendant plusieurs années. C'est pour parer à des situations semblables que le gouvernement a établi un projet de loi.

Ce projet comporte deux ordres de dispositions :

Tout d'abord, il modifie l'article 15 de la loi du 21 avril 1810, en consacrant la jurisprudence de la Cour de cassation, et il donne aux propriétaires de surface, protégés par ledit article, la possibilité de se constituer en association, dans les conditions de la loi du 1^{er} juillet 1901, pour demander collectivement, en justice, la constitution de la caution prévue au paragraphe précédent. Il dispose que les affaires de cette nature seront instruites et jugées comme matière sommaire.

En second lieu, le projet frappe d'une taxe de 8 0/0 les redevances tréfoncières des mines dues par des exploitants à des tiers. Toutefois, cette taxe ne sera perçue que si les redevanciers sont soumis à l'impôt général sur le revenu. Comme les redevances tréfoncières sont pratiquement nulles ailleurs que dans le bassin de la Loire, c'est seulement dans ce bassin que jouera le prélèvement. Dans le bassin de la Loire, où les propriétaires exploitaient eux-mêmes avant la loi de 1810, les redevances ont atteint les taux d'indemnités d'expropriation. La taxe produira donc ici des résultats fort importants. On en attend 600.000 fr. par an.

C'est alors que le projet fait intervenir la création d'une caisse de garantie, destinée à faire face à la réparation des dégâts causés à la surface. Le projet prévoit l'affiliation obligatoire des exploitants des mines de la Loire à cette caisse. La caisse est alimentée par le produit de la taxe tréfoncière perçue dans le département de la Loire et par des versements des exploitants dans une proportion égale à une fois et demie le produit de la taxe.

Le fonds ainsi constitué sera utilisé pour assurer par priorité les charges incombant à l'exploitant des mines de Villebœuf, pour le maintien en l'état de solidité et d'usage normal des immeubles endommagés par les travaux de cette mine. La caisse deviendra créancière de la liquidation de la société des mines de Villebœuf pour les sommes avancées par elle.

La caisse fonctionnera ainsi pendant une première période de cinq ans. IRIS - LILLIAD - Université Lille

Le texte organise ensuite le fonctionnement de la caisse, comme caisse de garantie pour les autres exploitations.

Lorsque la caisse disposera de ressources suffisantes pour couvrir tous les risques pouvant être envisagés d'après une formule dont le principe est déposé dans la loi et qui sera inséré dans le statut soumis à l'approbation du ministre des travaux publics, la taxe sur les redevances tréfoncières cessera d'être perçue. En échange de leur contribution à la caisse de garantie, les exploitants de mines de la Loire seront libérés de l'obligation de fournir la caution prévue par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810.

En définitive le projet résout une situation délicate, sans aucune contribution du Trésor, au moyen d'une combinaison, dont les modalités sont acceptées par les trois groupes d'intérêts en présence (propriétaires atteints par les travaux des mines bénéficiaires des redevances tréfoncières et exploitants des mines).

« Art. 1^{er}. — L'article 15 de la loi du 21 avril 1810 est modifié comme suit :

« L'explorateur et l'exploitant doivent aussi, le cas échéant de travaux à faire sous des maisons ou lieux d'habitation, sous d'autres exploitations ou dans leur voisinage, donner caution de payer toute indemnité en cas de dommage.

« Les propriétaires intéressés peuvent se constituer en association dans les conditions de la loi du 1^{er} juillet 1901 pour demander collectivement en justice la constitution de la caution prévue au paragraphe précédent. Les affaires de cette nature sont instruites et jugées comme en matière sommaire. »

« Art. 2. — Les redevances tréfoncières des mines, dues par les exploitants de mines à des tiers en vertu des dispositions insérées dans les titres de concession en exécution de l'article 6 de la loi du 21 avril 1810 sont soumises à une taxe égale à 80/0.

« Cette taxe sera avancée par l'exploitant et perçue au moyen d'un état établi chaque trimestre d'après déclaration adressée à l'ingénieur en chef des mines. L'exploitant retiendra la valeur de la taxe ainsi avancée sur les redevances dues par lui.

« La taxe sur les redevances tréfoncières ne sera perçue que lorsque celles-ci dépasseront dans leur ensemble pour un même bénéficiaire le chiffre de 1,000 francs.

« Les personnes morales du droit administratif seront exemptées de cette taxe. »

« Art. 3. — Les exploitants de mines de houille du département de la Loire devront s'affilier à une caisse de garantie dont le fonctionnement sera réglé par les dispositions ci-après et dont les statuts devront être approuvés par décret rendu sur le rapport du ministre des travaux publics, après avis du ministre des finances et du conseil général des IRIS^{ss}. LILLIAD - Université Lille

« Cette affiliation libérera les concessionnaires de l'obligation de fournir la caution prévue par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810, modifié par la présente loi.

« A dater de la promulgation de la présente loi et pendant une première période de cinq ans, la caisse sera alimentée :

« 1° Par le produit de la taxe sur les redevances tréfoncières perçues dans le département de la Loire ;

« 2° Par des versements des exploitants dont le montant sera égal à une fois et demie le produit de la taxe visée au paragraphe ci-dessus

« Le fonds ainsi constitué sera utilisé pour assurer, par priorité, les charges incombant à l'exploitant des mines de Villebœuf en ce qui concerne le maintien en état de solidité et d'usage normal des immeubles endommagés par les travaux de cette mine. La caisse deviendra créancière de la liquidation de la Société des mines de Villebœuf pour les sommes avancées par elle.

« Au cours de la deuxième période, qui commencera cinq ans après la promulgation de la présente loi, le fonctionnement de la caisse sera régi par les règles suivantes :

« Les versements des mines seront déterminés de manière à assurer, à l'expiration d'un délai variant de six à vingt ans suivant les conditions de gisement et la durée probable des différentes mines, la constitution d'un capital correspondant à l'importance des dommages affectant les immeubles atteints ou menacés par les travaux de ces mines.

« Ces versements seront capitalisés par la caisse individuellement au nom de chaque mine ; en cas de défaillance d'un exploitant, la caisse sera chargée de réparer le préjudice causé aux propriétaires de surface en utilisant les sommes portées au compte du concessionnaire défaillant ; s'il y a un reliquat, il sera restitué aux ayants droit de l'exploitant.

« Le produit de la taxe sur les redevances tréfoncières et éventuellement l'excédent des recettes de la première période sur les charges contractées durant celle-ci seront versées à la caisse de garantie et constitueront un fonds commun qui suppléera éventuellement à l'insuffisance des fonds capitalisés au compte de chaque mine.

« Lorsque le produit de la taxe aura atteint le montant des sommes versées par les mines au cours de la première période, le fonds commun sera réparti entre les comptes individuels des mines.

« Ultérieurement, la taxe sur les redevances tréfoncières cessera d'être perçue.

« Lorsque les sommes versées au compte individuel des mines dépasseront, compte tenu des intérêts, le capital déterminé comme il est dit ci-dessus, l'excédent sera laissé à la libre disposition des mines. »

VOCABULAIRE MINIER

FRANÇAIS — ANGLAIS — ESPAGNOL

FRANÇAIS	ANGLAIS	ESPAGNOL
A		
Abatage.	Breaking, getting.	Derribo, arranque.
Abatage en gradins.	Stoping.	Laboreo por gradines.
Affleurement.	Outcrop, blossoming.	Afflo ramiento, crestones.
Aiguilles.	Stobbs.	Aguyas.
Alluvions.	Alluvial deposits.	Aluviones.
Amorce.	Primer.	Cebo.
Ardoise.	Roofing-slate.	Pizarra.
Ardoisière.	Slate-quarry.	Pizarral.
Argile.	Clay.	Arcilla, marga.
Argent.	Silver.	Plata.
Argent sulfuré.	Silver-glance.	Plata ígria.
Arpenteur.	Surveyor of mines.	Agrimensor.
Assèchement.	Drainage of mines.	Desagua de mina.
Atelier d'échantillonnage.	Sampling works.	Oficina de muestras.
Atelier de préparation mécanique.	Dressing floors.	Taller de preparacion mecánica.
Atelier de réparation.	Repairing shop.	Taller de reparaciones.
Azurite.	Blue-copper.	Azurita.

B

Barrage.	Dam, weir, cofferdam.	Díque, tapon.
Barre à mine.	Churn-drill.	Barreno.
Barytine.	Heavy spar.	Baritina.
Bassin de décantation.	Settler.	Reposador.
Batée.	Batea.	Batea.
Benne.	Bucket, kibble.	Espuerta, jaula.
Benne à eau.	Water-bucket.	Cuba, caja.
Béton.	Concrete.	Hormigon.
Blende.	Black-jack.	Blenda.
Bois de garnissage.	Laths.	Medias aspas.
Boisage.	Timbering.	Emmaderado.
Bouche de puits.	Top of the pit, pit's eye.	Brocal.
Boues (slimes).	Slimes.	Relaves.
Bourrage.	Tamping, stemming.	Taco.

FRANÇAIS	ANGLAIS	ESPAGNOL
Bourroir.	Stemmer, tamping bar.	Atacador.
Boussole.	Miners compass.	Brujuta.
Brique.	Brick.	Ladrillo.
Brouette.	Hand barrow.	Carretilla.
Broyeur.	Crushing-mill, pulveriser.	Triturador.
Broyeur à boulets.	Ball pulveriser.	Molino de bolas.
Broyeur à cylindres.	Runner or rolls-mill.	Muelas, arrasta.
C		
Cabestan.	Winch.	Cabrestante.
Câble d'extraction.	Hoisting rope.	Cable de extracción.
Câble aérien.	Wire rope.	Andarivel, cable aero.
Cage d'extraction.	Mining cage.	Caja.
Spitzkasten ou caisse pointue.	Pointed trunk.	Cajon aleman, caja puntiguda.
Calcaire.	Limestone.	Caliza, calcareo.
Calamine.	Drybone, calamina.	Calamina.
Carrière.	Quarry.	Cantera.
Cartouche.	Cartridge.	Cartucho.
Chaîne sans fin.	Endless-rope, toil-rope.	Cadena sin fin.
Chantier d'abatage.	Schooting place.	Trabajo de arranque.
Chantier en gradin.	Sope, stoping.	Trabajo de bancos.
Chantier de travail.	Working place, stall.	Trabajo, laboreo.
Chapeau de fer.	Gossan, brown ores.	Sombrero de hierro.
Chapelet (filon en).	Bead-cut.	Huevo.
Charbonnage.	Colliery.	Hullera.
Chauffeur.	Fire-man.	Lumbrero.
Chaux.	Sime.	Cal.
Chaux éteinte.	Laked lime.	Cal apagada.
Chef mineur.	Mining-captain.	Capataz.
Cheminée en montage.	Monkey-shaft, rise, raise.	Chiflon, chiminea.
Chercheur de mine.	Prospector.	Cateadore.
Chèvement.	Derrick, gallows, frame.	Apeo, castillete.
Chute d'eau.	Water-fall.	Caída de agua.
Ciel (couronne) de galerie.	Roof.	Cielo de galeria.
Classement de minerais.	Sizing.	Classification de mineraies.
Coin.	Wedge, gad.	Caña.
Compartment des échelles.	Ladder-way.	Chancadora, quebruntadora.
Concasseur.	Ore breaker.	Concentrados.
Concentrés.	Concentrates	Pertencia.
Concession de mines (lopin).	Claim.	Concretion.
Concrétion.	Sinter, concretion.	Conglomerado.
Conglomérat.	Pudding stone.	Compresor de aire.
Compresseur d'air.	Air-compressor.	Cañeria de descarga.
Conduit de décharge.	Water-discharge.	Acequia, caño.
Conduite d'eau.	Water-supply.	Tuberia de aire.
Conduite d'air.	Air-pipe.	

FRANÇAIS	ANGLAIS	ESPAGNOL
Conduite sous pression.	Pressure-pipe.	Cañería con presión.
Contremaitre.	Overman.	Aperador.
Couche de charbon.	Coal measure.	Cuenca.
Couche sédimentaire.	Bed, seam.	Capa.
Couche horizontale.	Horizontal bed ore.	Manto.
Couloir de mine.	Chute, shoot, run.	Rumbadero, coladero.
Coup de mine.	Blast, shooting.	Voladura de mina.
Craie.	Chalk.	Creta.
Crépine.	Rose.	Alcachofa.
Criblage.	Sieving, jigging.	Cribacion.
Crible à secousses.	Screen, sieve, jig.	Criba.
Crible giratoire.	Giratory screen.	Cribagitoria.
Crible incliné.	Grisley.	Parilla inclinada.
Cunette.	Heading.	Cuneta.
Curette.	Scraper.	Cuchara.
Cuve de lavage.	Washingtank, washer.	Lavadero.
Cuvelage.	Tubbing.	Apeo.
Cuvelage en bois.	Wood-tubbing.	Entibado.
Cuvelage en fer.	Tron-tubbing.	Blindaje.
Cuvelage maçonné.	Stone-tubbing.	Encubado de mamposteria
D		
Déblais.	Attle, adde, deads.	Desmontes, aterros, ripios.
Débourbage.	Clearing of ores.	Desentarquinado, deslodado.
Débourbeur.	Clearing-trommel.	Tromel deslodador.
Débourroir.	Picker.	Desatacador.
Débris.	Spoil.	Ripios.
Déclinaison.	Declinacion of the needle.	Declinacion magnetica.
Dépilage.	Rob, robbing.	Despilado.
Dépilage par gradins droits.	Underhand stoping.	Rebaje.
Dépilage par gradins renversés.	Overhand stoping.	Realce.
Dépôt d'eau.	Tank, reservoir.	Charca.
Dépôt de minerais.	Paddock floor.	Chancha.
Dépôt de stérile.	Spoil-bank.	Caballero.
Descenderie.	Winze.	Coladero, calderilla.
Détonateur.	Fulminating cape, détonator, fuse.	Detonator, fulmineto.
Direction (de filon).	Course, direction.	Rumbo, direccíon.
Distributeur.	Feeder.	Alimentador.
Druse.	Drusy.	Drusa, bolsa.
Dyble.	Dyke.	Dique.
E		
Echafaudage.	Scaffolding.	Andamio.
Echantillon.	Sample.	Muestra.

FRANÇAIS	ANGLAIS	ESPAGNOL
Echantillonnage.	Sampling ore.	Toma de muestras.
Echantillonneur.	Sampler.	Aparate de tomar muestras.
Echelle (de mine).	Ladder.	Escala de mina.
Echelles mobiles (fahr-kunst).	Man-engine.	Escalas movedizas.
Eclairage.	Lighting.	Alumbrado.
Elargissement de filon.	Blow.	Ensanchamiento de veta.
Elargissement de puits.	Cutting down.	Ensanche de pozo.
Elargisseur.	Reamer.	Barreno de ensanchar.
Entrée de mine.	Mouth of the pit.	Bocamina.
Epaisseur (de filon).	Thick tickness.	Potencia, espesor.
Epanglette.	Needle, pricker.	Varilla.
Epontes.	Walls.	Respaldos, hastiales.
Epuisement.	Pumping.	Desagne.
Essai de minerai.	Testing ore, trial.	Ensaye.
Etage de mine (niveau).	Level.	Piso, nivel, planta.
Etançon.	Prop.	Puntal, entibo, taco.
Etranglement (de filon).	Pinching out.	Estrechamiento del filon.
Escalier.	Footway.	Escalones, escalera.
Evitement.	Refuge hole.	Recodo.
Exploitation (de mines).	Mining, winning.	Laboreo, beneficio, explotación de minas.
Exploitation (à ciel ouvert).	Open-cut, quarry.	Laboreo a roca abierta-tajo abierto.
Exploitation (par piliers et dépilages).	Parmels work.	Laboreo per cuadros.
Exploitation (par gradins droits).	Underhand stoping, bottom stoping, stope-work.	Trabajo de banca, bancos rebaje.
Exploitation (par gradins renversés).	Overhand stoping, back stoping.	Trabajo de cielo ó de teras.
Exploitation (par grandes tailles).	Long walls, continuous face.	Macizos, grande tajos.
Exploitation (par piliers et galeries).	Pillars and stalls.	Galerias y pilares, galerias apiques y travésias.
Exploitation (par remblais).	Pack-wall.	Explotacion por rellepos.
Extraction.	Hoisting.	Extraccion.

F

Faille.	Fault.	Falla, quiebra.
Fente.	Faut, slide.	Grieta.
Fer.	Tron.	Hierro.
Fer-blanc.	Tin-plate.	Hojalata.
Fer cornière.	Angle-iron.	Angulo.
Fer plat.	Flat-iron.	Planta ancha.
Ferraille.	Scrap-iron.	Hierros viejos.
Filon.	Lode.	Filone.
Filon couché.	Floor.	Veta de sombra, manto.
Filon croiseur.	Caunterlode.	Cruceiro.

FRANÇAIS	ANGLAIS	ESPAÑOL
Filon quartzéux.	Reef.	Veta de cuarço.
Filon de contact.	Contact lode.	Veta de contacto.
Filon minéralisé.	Mineral vein.	Criadero, veté, filon.
Filon incliné.	Incline lode.	Veta de cajon.
Filon principal.	Main lode, mother lode.	Veta madre.
Filon rejeté.	Dislocated lode.	Vetare rechazada, cruzada.
Filon rejeteur.	Dislocator.	Veta dislocadora.
Filon stérile.	Dyke, channel.	Macho, dique.
Filon vertical.	Vertical lode.	Veta de resbalon.
Filon de quartz croiseur.	Cross spur, counter, lode.	Crucero de cuarço.
Fleuret.	Jumper.	Florete, broca.
Fonçage d'un puits.	Sinkind.	Cavadura de un pozo.
Fonte.	Pig iron.	Lingote.
Forage.	Boring.	Taladro.
Forge.	Smithery, forge.	Fragua.
Fosse (puits).	Pit.	Pozo.
Foyer.	Hearth.	Hogar, lumbreira.
Frein (de sûreté).	Safety brake.	Freno de seguridad.
Front de taille.	Face, working face.	Fronton, frente.

G

Galène.	Lead-glance, galena.	Galena.
Galerie.	Galery, drift, gate.	Galeria.
Galerie à flanc de coteau.	Adit adit, level.	Socabon.
Galerie d'écoulement.	Adit, adit, level.	Galeria de avance.
Galerie d'avancement.	Heading.	Galeria de direcfon.
Galerie d'allongement.	Heading.	Galeria de ventilacfon.
Galerie d'aérage.	Wind-gate, wind-way.	Galeria de rodaje.
Galerie de roulage.	Gate-way.	Testera.
Galerie de direction.	Drift, drive.	Chiffon, travesia.
Galerie inclinée (montage).	Rise.	Galeria principal.
Galerie principale.	Principal heading.	Guijarros.
Galets.	Boulder-stones.	Ganga, matriz.
Gangue.	Gangue, stuff.	Revestimento, emmaderado.
Garnissage.	Gasing.	Geoda, drusa.
Géode.	Geode.	Yacimiento.
Gisement.	Lode, steam.	Manta, capa.
Gisement (en couche).	Bed.	Bancos, gradeos, gradines.
Gradins.	Steps, stoping, benches.	Gradines rectos, rebajes.
Gradins droits.	Ascending steps.	Gradines invertidos, realce.
Gradins renversés.	Descending steps.	Arena gruesa.
Gravier.	Gravel.	Granate.
Grenat.	Garnet.	Arenisca.
Grès.	Sandstone.	Parilla.
Grille.	Grate.	Grisú.
Grisou.	Fire damp.	Grúa.
Grue.	Crane.	Guías.
Guidage.	Guides.	Yeso.
Gypse.	Gypsum	

FRANÇAIS	ANGLAIS	ESPAGNOL
H		
Hache.	Axe, hatchet.	Hacha
Halder.	Waste heaps.	Acopios.
Havage.	Cutting.	Socavado.
Haveur.	Hewer.	Operario de socavar.
Haveuse.	Coal-cutter.	Socavadora.
Hématite.	Red or brown iron.	Hematita.
Hercheur (rouleur).	Trammer.	Carretero.
Houille.	Mineral coal.	Hulla, carbon de piedra.
Houille à gaz.	Cannel coal.	Carbon de gaz.
Houille grasse.	Caking coal.	Hulla grasa.
Houille maigre.	Non caking-coal.	Hulla seca.
Houillère.	Colliery.	Hullera, carbonera.
Houilleur (mineur).	Collier.	Operario hullero.
Huile.	Oil.	Aceite.
I		
Imperméable.	Water-proof.	Impermeable.
Inclinaison (pendage).	Hade, dip, slope.	Buzamiento.
Infiltration.	Leakage.	Infiltración.
Isolant.	Insulator, insulating.	Aislador.
J		
Jambes (de force).	Struts.	Jabalcones.
Jante (de roue).	Rim.	Planta.
Journée (de travail).	Shift.	Relevo.
L		
Labyrinthe (de laverie).	Launder, trunk.	Laberinto.
Lampe (de mineur).	Miner's lamp.	Lampara de mina.
Lampe (à feu nu).	Maked light.	Candil, mariposa.
Lampe (de sûreté).	Safety lamp.	Lampara de seguridad.
Lavoir (à grille).	Jig.	Lavadero con cernidor, criba.
Lavoir (à couloir).	Sluice.	Canal para lava oro.
Lavoir (à charbon).	Washing-coal.	Lavadero de carbon o mecanico.
Levé de plans.	Surveying.	Levantado de planos.
Ligne de plus grande pente.	Line of greatest inclinaison.	Linea de mayor pendiente.
Lignite.	Broun coal.	Lignita.
M		
Machine à échantillonner.	Sampler.	Cogedor de muestras.
Machine d'épuisement.	Pumping engine.	Maquina de desagüe.

FRANÇAIS	ANGLAIS	ESPAGNOL
Machine d'extraction.	Hoisting engine, windin- gengine.	Maquina de extraccion.
Machine soufflante.	Bloising engine.	Maquina soplante.
Maitresse-tige (de pompe).	Hanging-spear-rod.	Virante maestro de desagüe.
Manège (baritel).	Horse-whim.	Malacate.
Massif (de minerai).	Ore-body.	Macizo mineralizado.
Marteau (de scheidage).	Cobbing-hammer.	Comba.
Marteau pneumatique.	Pneumatic-hammer, ham- mer drill.	Martillo perforador.
Masse.	Sledge-hammer, maul.	Combo.
Massette.	Hammer.	Comba, maza.
Mèche à poudre.	Fuse, match.	Guia, mecha, cefre.
Mèche de sûreté.	Safety fuse.	Mecha de seguridad.
Mèche d'outil foreur.	Bit.	Taladra.
Mine (à grisou).	Fiery mine.	Mina con grisú.
Minerais.	Ores.	Menas, metales, minerales.
Minerai de fer magnétique.	Loadstone.	Mierro magnetico.
Minerai de surface.	Open ore.	Mierro de cogillos, de cres- ton.
Minerai en rognons.	Spotty or bunchy ore.	Mierro de bolsadas, de bol- sones.
Minerai friable.	Earthy ore.	Mierro desmenuable ha- nepo.
Minerai pauvre.	Low grade ore, raf havings.	Mierro pobre.
Minerai riche.	Crop, bucking ore.	Mierro rico.
Minerai rocheux.	Rockyore.	Mierro en roca, cascajo.
Minerai broyé.	Crushedore.	Granza.
Minerai menu.	Rubbish.	Garbillo.
Minéralisation.	Mineralisation.	Metalizacion.
Mineur (ouvrier).	Miner.	Mínero.
Mineur (tâcheron).	Hatter.	Destajista.
Molette.	Pulley, head-wheel.	Rueda de cuenta.
Mur (de filon).	Foot-wall, underclay.	Muro, yacente.
Mur (de soutènement).	Retaining wall.	Muro de sostenimento, de contencion.
Muraillement.	Walling.	Mampostería, albañilería.
N		
Niveau (étage).	Level.	Nivel, piso, plan.
Nivellement.	Levelling.	Nivelacion.
Nodule.	Nodule, lots of ore.	Nodulo, riñon.
Noyau.	Patch, bunch.	Pintas.
O		
Orifice (puits).	Mouth of a shaft.	Boca del poyo, boca mina.
Outils.	Tools.	Herramientas.
Ouvrier accrocheur.	Hanger on.	Operario para enganchar.

FRANÇAIS	ANGLAIS	ESPAGNOL
Ouvrier foreur.	Borer.	Barretero.
Ouvrier piqueur.	Pickman, holer.	Picador.
Ouvrier mineur.	Miner, pitman.	Minero.
Ouvrier monteur.	Engine-fitter.	Mecanico.
Ouvrier rouleur.	Trammer.	Carretero, paseante.
Oxyde de fer pyriteux.	Blue-billy, purple ore.	Oxydo ferrico de piritas.
P		
Palplanche.	Stab.	Tabletaca.
Parachute.	Safety catch.	Paracaida.
Parois (de galerie).	Walls.	Paredes.
Partie minéralisée.	Ore shoot.	Riqueza.
Partie riche.	Ore body.	Bols-da.
Pelle.	Shovel.	Pala, lampa.
Pendage.	Had, inclination.	Buzamiento, inclinacion.
Percement (de galerie).	Tunneling, driving.	Abertura, de galeria.
Perforatrice.	Dril, rock-drill.	Taladro, perforadora.
Pic (à une pointe).	Pick.	Azador, pico.
Pic (à deux pointes).	Mandril.	Pico de dos puntas.
Picotage, picots.	Tubbing-wedges.	Cuñas de apeo.
Pierre à fusil (silex).	Flint, flint-stone.	Pedernal, piedra de chispa.
Pilon.	Stamp.	Pison.
Pince (levier).	Moyle, crowbar.	Barreta, espeque.
Piôche.	Pick-axe.	Zapapico.
Plafond (de galerie).	Roof.	Techo, cielo.
Plan incliné.	Inclined plan.	Plan inclinado.
Plomb (d'œuvre).	Base bullion.	Plomo de obra.
Poche (de minerai).	Bunch, pocket of ore, bonauza.	Bolsonada.
Pointerole.	Gad, pitching-tool.	Punterola.
Pompe aspirante.	Sucking-pump.	Bomba de aspiracion.
Pompe foulante.	Forcing-pump.	Bomba impelente.
Porion.	Overman.	Capataz.
Poste (durée de travail).	Shift.	Relevo.
Poste (de l'après-midi).	Back shift.	Relevo de la tarde.
Porphyre.	Porphyry.	Pörfido.
Poudre de mine.	Mining powder.	Pólvora de mina.
Poutre.	Girder.	Viga.
Poutrelle.	Beam.	Vigneta.
Préparation mécanique.	Ore dressing.	Preparacion mecanica.
Procédé d'amalgamation.	Almagamation process.	Beneficio par amalgamacion.
Procédé de chloruration.	Chlorination process.	Beneficio par cloruracion.
Procédé de cyanuration.	Cyanide process.	Beneficio por cyanuracion.
Prospecteur.	Prospector.	Cateador.
Prospection.	Prospecting.	Cateo.
Puissance d'un filon.	Thick, thickness.	Potentia, espesor.
Puits.	Shaft, pit.	Pozo.

FRANÇAIS	ANGLAIS	ESPAÑOL
Puits artésien.	Artesian well.	Pozo artesiano.
Puits d'aérage.	Air shaft.	Zumbrera.
Puits d'épuisement.	Pump-shaft, engine-pit.	Pozo de desagüe.
Puits d'extraction.	Winding-s., working.	Pozo de extracción, tiro.
Puits de sondage.	Bored-shaft.	Pozo de indagación.
Puits incliné.	Incline-shaft.	Pozo inclinado.
Puits intérieur (beurtiat, bure).	Winze.	Caldera, apique, pocillo interior.
Puits principal.	Main shaft.	Pozo maestro.
Puisard.	Sumps, draining well, fork.	Sumidero.
Pyrite de fer.	Pyrite.	Pirita.
Pyrite de cuivre	Copper-pyrite.	Pirita cobriza.
Q		
Quai (à minerai).	Ore-wharf.	Cancha, malecon.
Quartz (cristal de roche).	Rock-cristal.	Cristal de roca.
Quartz (stérile).	Ruck-quartz.	Cuarzo esteril.
R		
Rail.	Rail.	Carril.
Raté.	Spent-shot, missed fire.	Falta de explosión.
Recette (de puits).	Pint.	Estacion.
Recette (accrochage du fond).	Inset.	Anchuron, concavo.
Recette (du jour).	Pit-mouth, brace.	Bocarnina.
Receveur (au jour).	Lander.	Operario encargado de las recepciones.
Receveur (au fond).	Bottomer.	Operario encargado de los enganchos.
Recherches (de mine).	Prospecting.	Cateos.
Refus (de broyage).	Pulverised refuse, drudge.	Desecho.
Rejet.	Dislocation, fault.	Botamiento, rechazo.
Remblai.	Earth-bank.	Relleno.
Rendement.	Return.	Rendimiento, producto.
Renflement (d'un filon).	Swell, belly.	Bolsonada.
Résidus (de laverie).	Tailings.	Residuos.
Retour d'air.	Air-way.	Galeria de ventilación.
Roue hydraulique.	Water wheel, impact wheel.	Rueda hidraulica.
Rouet (de cuvelage).	Crib.	Rueda de apeo.
Rouille, rouillure.	Rusty.	Orin.
Roulage (en galerie).	Underground-hauling.	Transporte subterráneo.
S		
Sable.	Sand.	Arena.
Sable argileux.	Loam.	Grava arcillosa.
Salbande.	Gänge, lode, selvage.	Salbanda.

FRANÇAIS

ANGLAIS

ESPAÑOL

Scheidage.	Bucking, cobbing.	Machado, machaqueo.
Schiste.	Slate.	Esquiso.
Schiste ardoisier.	Roofing slate.	Pizarra.
Schiste bitumineux.	Shale.	Esquisto bituminoso.
Schlamm (boues des laves).	Slimes.	Retaves.
Scories.	Slags, cinders.	Escorias, gachas.
Siège (d'exploitation).	Headgear.	Asiento.
Sol (d'une galerie).	Floor.	Piso.
Sondage.	Boring.	Sondeo.
Sonde.	Sonding borer.	Sonda.
Soufflard.	Blower.	Escape de grisú.
Soulèvement (montagne).	Elevation of strata.	Soleventamiento.
Soulèvement.	Timbering, walling.	Entibacion.
Spath calcaire.	Calcareous-spar.	Espato calizo.
Spath fluor.	Fluor-spar.	Espato fluor.
Stéatite.	Soapstone.	Esteatita.
Stériles.	Veinstone, barren.	Esteriles.
Stockwerk (veines rétiennées).	Stockwork.	Cruzadillos.
Strates.	Strata.	Estrata.
Strate horizontale.	Steam.	Banco.
Sulfure d'argent.	Silver glance.	Plomo ronca, plata agría.
Sulfure de plomb et antimoine.	Feather ore, sulphantimonite.	Sulfantimoniuro do plomo.
Surface (du sol).	Grass.	Suelo.

T

Table à secousses.	Vanner.	Mesa de valven, mesa sacudida.
Table inclinée.	Buddle.	Cajon inclinado, concentradora.
Table circulaire.	Round buddle.	Gandinguero.
Tailles descendantes.	Descending steps.	Tajos descendentes.
Tailles montantes.	Ascending steps.	Tajos ascendentes.
Talus.	Slope.	Talud.
Tambour (de treuil).	Drum.	Tambor.
Tambour (de friction).	Friction drum.	Tambor de friccion.
Tamis.	Sieve.	Cernidor, tamiz, zaranda.
Tampon (de bourrage).	Claying bar.	Taco.
Taquet (de réception).	Giraffe.	Plataforma de descarga.
Teneur (d'un minerai).	Yeld, grade.	Ley.
Terrassement.	Earthwork.	Remocion de tierras.
Tirage (de mine).	Firing of blast, shooting and blasting.	Voladura de minas.
Toit (d'un filon).	Hanging-wall.	Techo, pendiente.
Tôle.	Plate.	Chapa.
Tourbe.	Peat.	Turba.

FRANÇAIS	ANGLAIS	ESPAGNOL
Tourbière.	Peat deposit.	Turbera.
Tout-venant.	Raw, rough ore.	Todo uno, comun.
Trainage.	Tramming.	Arrastres, transporte.
Tranchée.	Trench, cutting.	Zanja, trinchera.
Traitement (des minerais).	Ore dressing.	Beneficio de metales.
Transport aérien.	Wire rope, ropeway.	Andarivel, transporte aéreo.
Travaux à ciel ouvert.	Open cast workings.	Labores de cantera.
Travaux d'épuisement.	Pumping works.	Labores de desagüe.
Travaux de recherches.	Exploratory works.	Trabajos de reconocimiento calicatas.
Travaux de surface.	Surface works.	Laboreo de crestones.
Travaux préparatoires.	Dead works.	Labores preparatorias.
Travers-banc.	Cross-cut.	Tavez-cajas, cruzada.
Traverse.	Cross-cut.	Traviesa.
Trémie.	Feeder.	Tolva.
Trépan.	Boring-chisel, jumper.	Taladro de sondeo.
Treuil.	Direct-acting hoist.	Torno con accion directa.
Treuil à bras.	Windlass, winch.	Torno, molinete.
Treuil à engrenage.	Geared hoist.	Torno con piñones.
Treuil à manège.	Whim.	Torno con malacate.
Treuil à vapeur.	Steam-winch or hoist.	Torno de vapor.
Treuil de mine.	Mining hoist, winch.	Torno, cabria, cigüeña.
Trommel.	Revolving screen.	Cernidor, tromel.
Trommel classeur.	Separating-trommel.	Tromel clasificador.
Trommel débourdeur.	Clearing-trommel.	Tromel deslodador.
Triage.	Hand-picking.	Apartado, extrio.
Trou de mine.	Bore-hole, drill-hole.	Taladro de mina.
Trou de sonde.	Bore.	Taladro de sondeo.
Tubage (de sondage).	Turbing.	Tuberia de sondeo.
Tubage (de conduite d'eau).	Hipe, tubbing.	Cañeria.
Tuf.	Tuf.	Toba.
Tuyères.	Tuyères.	Toberas.
	U	
Usine.	Works.	Fundicion, fabrica.
Usure.	Wear and tear.	Desgaste.
	V	
Vapeur (d'eau).	Steam.	Vapor.
Veine.	Vein.	Vena, veta.
Veine (filon).	Feeder.	Cordon mineralizado, guía.
Veine (allant en s'amincissant).	Gash vein.	Veta en cuña.
Veineule.	String.	Venilla, vetilla.
Ventilateur.	Fan, ventilator.	Ventilador.
Ventilateur aspirant.	Exhaust fan.	Ventilador aspirante.
Ventilateur soufflant.	Blowing fan, blower.	Ventilador spolante.

FRANÇAIS	ANGLAIS	ESPAGNOL
Ventilation.	Ventilation.	Ventilación.
Vitesse.	Speed, velocity, rate.	Velocidad.
Voie (ferrée).	Rail road.	Ferrocarril.
Voie principale.	Main-road, main-line.	Via principal.
Volant (d'une machine).	Fly-wheel, fly-weight.	Volante.
Ville.	Gimlet.	Barrena.

W

Wagon (basculant).	Dump car, tippine wagon.	Carro de volcar wagon de volquete.
Wagonnet (de mine).	Trolley.	Vagoneta.

LEGISLATION DU TRAVAIL

PAR G. COURTOT

MINISTRE DU TRAVAIL

MUSÉE
COMMERCIAL
LILLE

LÉGISLATION DU TRAVAIL

Par **G. COURTOT**

INSPECTEUR DU TRAVAIL

LÉGISLATION DU TRAVAIL

PAR G. COURTOT

INSPECTEUR DU TRAVAIL

LÉGISLATION DU TRAVAIL

Par **G. COURTOT**

Inspecteur du Travail

PREMIÈRE PARTIE. — GÉNÉRALITÉS

CHAPITRE I

DES CONVENTIONS RELATIVES AU TRAVAIL

Extrait du livre I du Code du Travail

A. — DU CONTRAT DE TRAVAIL.

On distingue cinq sortes de contrats : 1° Le contrat d'apprentissage ; — 2° Le contrat de louage de services ; — 3° le contrat de louage d'ouvrage ou marché d'industrie ; — 4° Le marchandage ; — 5° *La convention collective de travail.*

Le contrat d'apprentissage.

De la nature et de la forme du contrat. — ART. 1^{er}. — Le contrat d'apprentissage est celui par lequel un chef d'établissement industriel ou commercial, un artisan ou un façonnier s'oblige à donner ou à faire donner une formation professionnelle méthodique et complète 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 doit être constaté par écrit, soit par acte authentique, soit par acte sous seings privés. Il est exempt de tous droits de timbre et d'enregistrement. Les honoraires dus aux officiers publics sont fixés à 2 francs. — Il doit être obligatoirement rédigé dans la quinzaine au plus tard de sa mise à exécution, faute de quoi l'employeur et le représentant de l'apprenti seront passibles de peine de simple police. — Si le contrat d'apprentissage est rédigé par acte sous signatures privées, il le sera en trois originaux : un pour l'employeur, un pour le représentant légal de l'apprenti, le troisième sera adressé en franchise par le maire, auquel il sera obligatoirement remis, au secrétaire du conseil des prud'hommes, à défaut, au greffier de la justice de paix du canton de l'employeur. Ces derniers pourront en délivrer expédition au tarif habituel, sur papier libre. — L'acte sous signature privée acquerra date certaine par les visas que lui donneront les maires et, à défaut, les secrétaires des conseils de prud'hommes, ou les greffiers de justices de paix. L'auteur ou

les auteurs d'une date fautive seront condamnés à une peine de 16 à 100 francs d'amende. — Mention du contrat d'apprentissage doit être faite par le chef d'établissement à sa date sur le livret individuel de l'apprenti prévu à l'article 80 du livre II du présent code.

ART. 3. — L'acte d'apprentissage est établi en tenant compte des usages et des coutumes de la profession, notamment des règles établies par les chambres de commerce, les chambres de métiers, les comités départementaux de l'enseignement technique et les commissions locales professionnelles et sous le contrôle et la garantie des associations professionnelles en vue de l'apprentissage, partout où elles existeront régulièrement constituées. — Il contient : 1° les nom, prénoms, âge, profession, domicile du maître ; 2° les nom, prénoms, âge, domicile de l'apprenti ; 3° les nom, prénoms, profession et domicile de ses père et mère, de son tuteur ou de la personne autorisée par les parents ou à leur défaut par le juge de paix ; 4° la date et la durée du contrat ; 5° Les conditions de prix, de rémunération de l'apprenti, de nourriture, de logement et toute autre arrêtée entre les parties ; 6° l'indication des cours professionnels que le chef d'établissement s'engage à faire suivre à l'apprenti, soit dans l'enseignement technique et sous les sanctions que cette loi comporte ; 7° l'indemnité à payer en cas de rupture du contrat ou l'indication que cette indemnité sera fixée par le conseil des prud'hommes, à défaut par le juge de paix. — Il doit être signé par le maître et par les représentants de l'apprenti.

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 ou divorcé, ne peut loger, comme apprenties, 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 art. 388, 401, 405, 403, 407, 408, 423 du Code pénal.

ART. 7. — L'incapacité résultant de l'article 6 peut être levée par le préfet, sur l'avis du maire, quand le condamné, après l'expiration de sa peine, a résidé pendant trois ans dans la même commune. — A Paris, les incapacités seront levées par le préfet de police.

ART. 7 a. — Lorsque l'instruction professionnelle donnée par un chef d'établissement à ses apprentis sera manifestement insuffisante, comme en cas d'abus graves dont l'apprenti sera victime, le conseil des prud'hommes ou, à son défaut, le juge de paix peut, à la requête du comité départemental de l'enseignement technique, limiter le nombre des apprentis dans l'établissement, ou même suspendre pour un temps le droit pour le chef de cet établissement de former des apprentis.

ART. 7 b. — Lorsque l'apprenti témoignera d'une mauvaise volonté

tenace ou habituelle ou d'une incapacité notoire, le conseil des prud'hommes ou, à défaut, le juge de paix peut résilier le contrat.

Des 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 penchants 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. — Il n'emploiera l'apprenti, sauf conventions contraires, qu'aux travaux et services qui se rattachent à l'exercice de sa profession.

ART. 9. — 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, sur la journée de travail, le temps et la liberté nécessaires pour son instruction. — Néanmoins, ce temps ne peut excéder deux heures par jour.

ART. 10. — 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.

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. 11 a. — L'apprenti dont le temps d'apprentissage est terminé passe un examen devant une commission désignée par la commission locale professionnelle ou, à son défaut, par le comité départemental de l'enseignement technique. En cas de succès, un diplôme lui sera délivré.

ART. 12. — Toute personne convaincue d'avoir employé sciemment, en qualité d'apprentis, d'ouvriers ou d'employés, des jeunes gens de moins de dix-huit ans, n'ayant pas rempli les engagements de leur contrat d'apprentissage, ou n'en étant pas régulièrement déliés, sera passible d'une indemnité à prononcer au profit du chef d'établissement ou d'atelier abandonné. — Tout nouveau contrat d'apprentissage conclu sans que les obligations du précédent contrat aient été remplies complètement, ou sans qu'il ait été résolu légalement, est nul de plein droit.

De la résolution du contrat. — ART. 13. — 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 l'autre partie, à moins de conventions expresses.

ART. 14. — Le contrat d'apprentissage est 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 en l'article 6 du présent titre ; — 4° Pour les filles mineures, dans le cas de divorce du maître, 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. 15. — 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 du présent titre et des autres lois réglant les conditions du travail des apprentis ; — 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 du contrat fondée sur ce motif n'est 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. 16. — 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.

De la compétence. — ART. 17. — Les réclamations qui pourraient être dirigées contre les tiers en vertu de l'article 12 du présent titre seront portées devant le conseil des prud'hommes ou devant le juge de paix du lieu de leur domicile.

ART. 18. — Dans les divers cas de résolution prévus au chapitre IV, 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. 19. — Si le père, la mère ou le représentant d'un mineur entendent l'employer comme apprenti, ils seront obligatoirement tenus d'en faire la déclaration au secrétariat du conseil des prud'hommes ou, à défaut, au greffe de la justice de paix de leur résidence. Cette déclaration sera assimilée dans tous ses effets à un contrat écrit d'apprentissage.

Le contrat de louage de services.

§ 1. *Règles générales.* — ART. 20. — On ne peut engager ses services qu'à temps ou pour une entreprise déterminée.

Les règles relatives au contrat de louage de services sont contenues dans le livre I du Code du travail (articles 21 à 24 inclus) et peuvent être résumées comme suit :

L'engagement d'un ouvrier ne doit pas dépasser un an.

Lorsque le contrat est fait sans détermination de durée, il peut toujours cesser par la volonté d'une des parties contractantes.

Celui qui a engagé ses services peut, à l'expiration du contrat, exiger de l'employeur un certificat de travail.

§ 2. *Règles particulières aux réservistes et aux territoriaux appelés à faire une période d'instruction militaire.* — ART. 25. — En matière de louage de services, si un patron, un employé ou un ouvrier est appelé sous les drapeaux comme réserviste ou territorial pour une période obligatoire d'instruction militaire, le contrat de travail ne peut être rompu à cause de ce fait.

ART. 26. — Alors même que, pour une cause légitime, le contrat serait dénoncé par l'une des parties, la durée de la période militaire est exclue des délais impartis par l'usage pour la validité de la dénonciation, sauf toutefois dans le cas où le contrat de louage a pour objet une entreprise temporaire prenant fin pendant la période d'instruction militaire.

ART. 27. — En cas de violation des articles précédents par l'une des parties, la partie lésée a droit à des dommages-intérêts qui seront arbitrés par le juge conformément aux indications de l'article 23 du présent livre.

ART. 28. — Toute stipulation contraire aux dispositions qui précèdent est nulle de plein droit.

§ 3. *Règles particulières aux femmes en couches.* — ART. 29. — La suspension du travail par la femme, pendant huit semaines consécutives, dans la période qui précède et suit l'accouchement, ne peut être une cause de rupture par l'employeur du contrat de louage de services et ce, à peine de dommages-intérêts au profit de la femme. Celle-ci devra avertir l'employeur du motif de son absence. Toute convention contraire est nulle de plein droit. — L'assistance judiciaire sera de droit pour la femme devant la juridiction du premier degré.

ART. 29 a (ajouté Loi 17 juin 1913). — Les femmes en état de grossesse apparente pourront quitter le travail sans délai-congé et sans avoir de ce fait à payer une indemnité de rupture.

Règlements d'ateliers. — Les clauses particulières du contrat de travail sont le plus souvent insérées dans les Règlements d'ateliers. Les prescriptions de ces règlements ne lient les ouvriers que si ceux-ci en ont eu, dès leur entrée à l'atelier, ample et suffisante connaissance, qu'elles sont observées et qu'ils les ont constamment sous les yeux pendant le travail. — Les règlements d'ateliers ont une force obligatoire, même établis par le patron seul lorsqu'il est évident que l'ouvrier y a donné un consentement tacite. — Pour être valables, les clauses insérées ne doivent pas être contraires aux lois. Seraient nulles de plein droit et sans effet les clauses qui prescriraient une retenue sur les salaires pour le paiement de la prime assurance-

accidents ou qui imposeraient une durée de travail supérieure au maximum légal.

Délai-Congé. — Quand il s'agit de contrat de travail fait sans détermination de durée, l'usage s'est établi entre patrons et ouvriers de se prévenir mutuellement un certain temps à l'avance de leur intention de rompre le contrat qui les lie. Le temps qui s'écoule entre la dénonciation du contrat et la cessation effective de travail prend le nom de délai-congé. — C'est l'usage qui fixe la durée du délai-congé ainsi que le montant de l'indemnité à payer par la partie qui n'observe pas le délai-congé. — Pendant la période d'essai, le patron et l'ouvrier peuvent mutuellement se séparer sans observer le délai-congé. — Pour les ouvriers travaillant à l'heure ou à la journée, le Conseil des Prud'hommes de la Seine impose au patron un délai de préavis d'une heure. — Pour les ouvriers travaillant à la semaine ou à la quinzaine, les délais de préavis sont de huit ou de quinze jours. — Quant aux employés subalternes, certaines décisions disent que le délai de congé est seulement de quinze jours, d'autres d'un mois. — S'il s'agit d'employés supérieurs, aucune précision ne peut être apportée. — Pour les employés intéressés, le délai de préavis est le même que pour de simples employés. — Les parties sont libres de fixer par un règlement d'atelier ou par une convention la durée du délai-congé. Elles peuvent même convenir qu'aucun délai ne sera observé.

Le contrat de louage d'ouvrage ou marché.

Dans ce contrat, l'ouvrier loue son travail pour un ouvrage déterminé à faire moyennant un prix convenu. C'est le travail à la pièce ou à la tâche. Il est soumis aux règles contenues dans les articles 1787 et suivants du Code civil. Le louage d'ouvrage prend fin : 1° par l'achèvement de l'ouvrage ; — 2° par la volonté du patron ; — 3° par la mort de l'ouvrier, de l'architecte ou de l'entrepreneur.

Le marchandage.

Le marchandage est le contrat par lequel des entrepreneurs et des tâcherons qui se sont rendus adjudicataires d'un travail, traitent en seconde, troisième ou quatrième main et à forfait avec des ouvriers pour la confection de telle ou telle partie de l'ouvrage. L'exploitation des ouvriers par des sous-entrepreneurs ou marchandage est interdite (art. 32 du livre I du Code du travail). Les associations d'ouvriers qui n'ont point pour objet l'exploitation des ouvriers les uns par les autres ne sont point considérées comme marchandage.

La convention collective de travail.

Les dispositions relatives à la convention collective du travail sont contenues dans le livre I du Code du travail (articles 31 à 32) et peuvent être résumées comme suit :

Après avoir défini la convention collective, le législateur détermine les conditions auxquelles doivent satisfaire les contrats de travail individuels ou collectifs :

- 1° La convention doit être écrite et n'est applicable qu'à partir du jour qui suit son dépôt ;
- 2° Elle fixe la région où elle sera appliquée ;
- 3° Elle indique la durée pour laquelle elle est constituée ;
- 4° Elle indique ensuite les effets et les sanctions qui résultent de sa non-exécution.

B. — DU SALAIRE

Paiement des salaires (art. 43, 44, 45 du livre I du Code du travail).

Les salaires des ouvriers et employés doivent être payés en monnaie métallique ou fiduciaire ayant cours légal nonobstant toute stipulation contraire à peine de nullité. Les salaires des ouvriers du commerce et de l'industrie doivent être payés au moins deux fois par mois, à seize jours au plus d'intervalle ; ceux des employés doivent être payés au moins une fois par mois.

Pour tout travail aux pièces dont l'exécution doit durer plus d'une quinzaine, les dates de paiement peuvent être fixées de gré à gré, mais l'ouvrier doit recevoir des acomptes chaque quinzaine et être intégralement payé dans la quinzaine qui suit la livraison de l'ouvrage. Le paiement ne peut être effectué un jour où l'ouvrier ou l'employé a droit au repos, soit en vertu de la loi, soit en vertu de la convention. Il ne peut avoir lieu dans les débits de boissons ou magasins de vente, sauf pour les personnes qui y sont occupées.

Des économats.

ART. 75. — Il est interdit à tout employeur : 1° d'annexer à son établissement un économat où il vende, directement ou indirectement, à ses ouvriers et employés ou à leurs familles, des denrées et marchandises de quelque nature que ce soit ; 2° d'imposer à ses ouvriers et employés l'obligation de dépenser leur salaire, en totalité ou en partie, dans des magasins indiqués par lui. — Cette interdiction ne s'étend pas au contrat de travail, si ce contrat stipule que l'ouvrier sera logé et nourri et recevra, en outre, un salaire déterminé en argent ou si, pour l'exécution de ce contrat, l'employeur cède à l'ouvrier des fournitures à prix coûtant.

ART. 76. — Tout économat doit être supprimé dans un délai de deux ans à dater du 25 mars 1910.

ART. 77. — Les économats des réseaux de chemins de fer, qui sont placés sous le contrôle de l'État, ne sont pas régis par les dispositions des art. 75 et 76, sous la triple réserve : 1° que le personnel ne soit pas obligé de se fournir à l'économat ; 2° que la vente des denrées et marchandises ne rapporte à l'employeur aucun bénéfice ; 3° que l'économat est géré sous le contrôle d'une commission composée, pour

un tiers au moins, de délégués élus par les ouvriers et employés du réseau.

Toutefois, le ministre des Travaux publics fera, cinq ans après le 25 mars 1910, procéder, dans les formes fixées par arrêté ministériel, à une consultation du personnel sur la suppression ou le maintien de l'économat de chaque réseau. Ce referendum sera renouvelé à l'expiration de chaque période de cinq ans.

Les mêmes règles s'appliqueront aux économats annexés aux établissements industriels dépendant de sociétés dans lesquelles le capital appartient, en majorité, aux ouvriers et employés, retraités ou non, de l'entreprise et dont les assemblées générales seront statutairement composées, en majorité, des mêmes éléments.

Du salaire de la femme mariée.

ART. 78. — Les droits de la femme mariée sur les produits de son travail personnel et les économies en provenant sont déterminés par la loi du 13 juillet 1907 relative au libre salaire de la femme mariée et à la contribution des époux aux charges du mariage.

C. — DU PLACEMENT DES TRAVAILLEURS.

Extraits du livre I du Code du travail.

ART. 79. — L'autorité municipale surveille les bureaux de placement pour y assurer le maintien de l'ordre, les prescriptions de l'hygiène, et en ce qui concerne les bureaux autorisés, elle surveille en outre l'observation des prescriptions auxquelles ils sont tenus de se conformer. Elle prend les arrêtés nécessaires à cet effet.

ART. 81. — Aucun bureau de placement, payant ou gratuit, ne peut être géré ou exploité, directement ou indirectement, par une personne exerçant l'un des commerces ci-après : hôtelier, logeur, restaurateur, débitant de boissons, négociant ou courtier, ou représentant en denrées alimentaires, ou en articles d'habillement, ou objets d'usage personnel, commerce d'achat et de vente de reconnaissances de mont-de-piété. — Il est interdit d'établir le siège d'un bureau de placement dans les locaux ou dans les dépendances des locaux occupés par les exploitations visées au paragraphe précédent. — Il est interdit à tout tenancier, gérant, préposé d'un bureau de placement de subordonner le placement à l'obligation de se fournir dans des magasins indiqués par lui.

ART. 83. — Les bureaux de placement gratuit créés par les municipalités, par les syndicats professionnels ouvriers, patronaux ou mixtes, les bourses du travail, les compagnonnages, les sociétés de secours mutuels et toutes autres associations légalement constituées ne sont

ART. 84. — Les bureaux de placement énumérés à l'article 83, sauf ceux qui sont créés par les municipalités, sont astreints au dépôt d'une déclaration préalable effectuée à la mairie de la commune où ils sont établis. La déclaration devra être renouvelée à tout changement de local du bureau.

ART. 85. — Dans chaque commune, un registre constatant les offres et demandes de travail et d'emplois devra être ouvert à la mairie et mis gratuitement à la disposition du public. A ce registre sera joint un répertoire où seront classées les notices individuelles que les demandeurs de travail pourront librement joindre à leur demande. Les communes comptant plus de 10.000 habitants seront tenues de créer un bureau municipal. — Si la création du bureau municipal de placement prescrite par le paragraphe précédent n'a pas été réalisée, il y sera procédé d'office par le Préfet, après mise en demeure restée sans résultat adressée au Conseil municipal. — Ces dépenses nécessitées par l'installation et le fonctionnement du bureau de placement créé en exécution des dispositions qui précèdent sont obligatoires pour les villes déterminées au paragraphe 2 du présent article.

ART. 85 a. — Dans chaque département l'institution d'un office départemental de placement est comprise dans les dépenses obligatoires inscrites au budget départemental. — Les offices départementaux ont pour objet d'organiser et d'assurer, dans toutes les communes de leur circonscription, le recrutement et le placement gratuits des travailleurs de l'agriculture, de l'industrie, du commerce, des professions libérales, ainsi que des domestiques et des apprentis. Il peut être créé facultativement plusieurs offices dans le même département, si le conseil général le décide. — Des arrêtés préfectoraux déterminent, conformément aux délibérations du conseil général, le siège et la circonscription de chaque office départemental, son budget, son organisation, son fonctionnement et le mode de nomination de son personnel. — Les conseils généraux peuvent, en outre, s'associer pour la création et le fonctionnement d'offices interdépartementaux de placement.

ART. 85 b. — Dans chaque circonscription d'office départemental, un bureau municipal de placement, s'il en existe, peut être chargé, par arrêté préfectoral et après accord avec la municipalité intéressée, de former l'office départemental. — Les bureaux municipaux de placement — ou, s'il a été fait application du paragraphe précédent, les bureaux de la circonscription autres que celui qui joue le rôle d'office départemental — ainsi que les services municipaux d'inscription des offres et demandes d'emplois, doivent être en relations, quant à leur fonctionnement technique, avec l'office départemental de leur circonscription. — Chaque office départemental, de son côté, doit se tenir en rapports réguliers, notamment par l'échange de renseignements sur les excès d'offres et de demandes de main-d'œuvre, avec

les autres offices du département, ceux des autres départements, les offices interdépartementaux et avec l'office central institué auprès du ministère du Travail. — La correspondance postale échangée pour les besoins du service entre tous ces bureaux et offices de placement est admise à circuler en franchise sous pli fermé.

ART. 85 c. — Chaque bureau municipal ou office départemental peut, pour certaines professions, instituer des sections professionnelles. L'institution d'une section agricole est obligatoire dans chaque office départemental. — Il est adjoint à chaque bureau municipal et office départemental et, s'il y a lieu, par arrêté spécial, à chaque section professionnelle, une commission administrative chargée de contrôler les opérations de placement et de donner son avis pour toutes les questions intéressant le développement de ces institutions. — Ces commissions doivent comprendre un nombre égal d'ouvriers ou employés et de patrons appartenant, autant que possible, aux professions qui font le plus souvent appel au placement.

ART. 86. — Sont exemptées du droit de timbre les affiches imprimées ou non, concernant exclusivement les offres et demandes de travail et d'emplois et apposées par les bureaux de placement gratuit énumérés à l'article 83.

ART. 87. — Il est interdit à tout gérant ou employé de bureau de placement gratuit de percevoir une rétribution quelconque à l'occasion du placement d'un ouvrier ou employé.

ART. 88. — Nul ne peut tenir un bureau de placement, sous quelque titre, pour quelques professions, places ou emplois que ce soit, sans une permission spéciale qui ne peut être accordée qu'à des personnes de moralité reconnue. Cette permission est accordée, après avis de l'Office départemental de placement, par le maire, lorsque le bureau doit exercer son activité principale dans la commune où il est établi ; par le préfet, lorsque cette activité doit s'exercer principalement en dehors de la commune et dans la limite du département. Elle est accordée par le ministre du Travail, après consultation, si les bureaux effectuent des placements dans l'agriculture, du ministre de l'Agriculture, lorsque cette activité doit s'étendre sur plusieurs départements.

ART. 88 a. — Il est interdit aux gérants ou préposés de bureaux de placement : 1° de percevoir ou d'accepter, à l'occasion des opérations faites par eux, des dépôts ou cautionnements de quelque nature que ce soit ; 2° d'annoncer, de quelque façon que ce soit, les emplois qu'ils n'auraient pas mission d'offrir.

ART. 88 b. — Il est interdit de vendre, soit à l'abonnement, soit au numéro, des feuilles d'offres ou de demandes d'emplois. — Ne sont pas considérés comme feuilles d'offres ou de demandes d'emplois, les journaux ou périodiques qui, n'ayant manifestement pas pour objet des opérations de placement par voie d'annonces, insèrent des offres

ou des demandes d'emplois, à condition qu'il ne soit pas consacré à ces offres ou demandes plus de la moitié de la superficie du journal ou du périodique.

ART. 90. — L'autorité municipale règle le tarif des droits qui peuvent être perçus par le gérant.

ART. 91. — Les frais de placement touchés dans les bureaux maintenus à titre payant sont entièrement supportés par les employeurs sans qu'aucune rétribution puisse être reçue des employés. — Les articles suivants indiquent les motifs de la suppression des bureaux et les pénalités auxquelles sont assujettis ceux qui ne se soumettraient pas à ces prescriptions.

Fonctionnement du placement (*Décret du 9 mars 1926*).

ART. 1^{er}. — Chaque office départemental ou bureau municipal de placement doit être installé dans un local spécialement y affecté, pourvu du téléphone, d'accès facile au public, et dont l'emplacement est indiqué par des affiches et enseignes très apparentes. — Dans chaque office départemental et dans chaque bureau municipal, les employés doivent être en nombre suffisant pour assurer, pendant les heures d'ouverture de l'office ou des bureaux, le fonctionnement normal du service.

ART. 2. — La commission administrative de contrôle prévue au paragraphe 2 de l'article 85 et du livre I^{er} du Code du travail doit être constituée comme suit. — Pour un office départemental ou pour un bureau municipal chargé de former l'office départemental, la commission administrative comprend : Un représentant au moins du conseil général et, le cas échéant, des conseils municipaux participant aux dépenses de l'office, désignés par ces assemblées. — Un nombre égal de patrons et d'ouvriers ou employés ou d'anciens patrons, ouvriers ou employés dont le total ne peut être inférieur à 10. — Un représentant du comité départemental des mutilés. — Le chef de l'office régional de la main-d'œuvre dans la circonscription duquel se trouve l'office ou son délégué quand il n'est pas lui-même directeur de l'office ou chef du bureau municipal. — Le directeur des services agricoles ou son délégué, l'inspecteur départemental du travail, et le directeur de l'office départemental ou le chef du bureau municipal, avec voix consultative seulement. — Pour un bureau municipal qui n'est pas chargé de former l'office départemental, la commission administrative comprend : Un conseiller municipal désigné par le conseil municipal. — Un nombre égal de patrons et d'ouvriers ou employés ou d'anciens patrons, ouvriers ou employés dont le nombre total ne peut être inférieur à 8. — Le chef de l'office régional de la main-d'œuvre dans la circonscription duquel se trouve le bureau ou son délégué et le directeur de l'office départemental ou de la section de l'office départemental dans la circonscription duquel se trouve le bureau. — Le chef du bureau municipal avec voix con-

sultative seulement. — Dans toute commission administrative, le nombre des membres autres que les patrons, ouvriers ou employés ayant voix délibérative ne peut excéder le tiers.

ART. 3. — Les membres de la commission de l'office départemental sont nommés par le préfet, les membres de la commission administrative du bureau municipal par le maire. — Les membres patrons, ouvriers ou employés sont choisis parmi les personnes exerçant depuis trois ans au moins l'une des professions appelées à avoir le plus souvent recours aux services de placement public et, autant que possible, sur la proposition des syndicats de patrons, d'ouvriers ou d'employés appartenant à ces professions et en ce qui concerne les représentants de l'agriculture sur la proposition des associations agricoles.

ART. 4. — La commission administrative de l'office départemental ou du bureau municipal de placement présente au préfet ou au maire toutes propositions qu'elle juge utiles relativement à l'organisation et au développement de l'office départemental ou du bureau municipal et, le cas échéant, des sections paritaires professionnelles. — Elle fixe le règlement de ces services sous réserve de l'approbation du préfet ou du maire. Elle présente, au cours du premier trimestre de chaque année, au préfet ou au maire, un projet de budget des services et soumet à la session budgétaire du conseil général ou du conseil municipal un rapport sur leur fonctionnement.

ART. 6. — La commission administrative peut déléguer tout ou partie de ses attributions de contrôle, pendant l'intervalle de ses sessions, à une délégation composée par moitié de patrons et d'ouvriers.

ART. 7. — La section agricole instituée obligatoirement dans chaque office départemental et les autres sections professionnelles instituées, le cas échéant, au sein des offices départementaux ou des bureaux municipaux, sont placées sous l'autorité du directeur de l'office départemental ou du chef du bureau municipal. — Les commissions adjointes, s'il y a lieu, aux sections professionnelles sont composées d'au moins quatre patrons et ouvriers ou anciens patrons et ouvriers de la profession, désignés par le préfet ou le maire dans les mêmes conditions que les membres patrons et ouvriers de la commission administrative. — Le directeur des services agricoles du département, ou son délégué, a le droit d'assister avec voix consultative aux séances de la commission de la section agricole. Il y est toujours convoqué. — La commission adjointe à une section professionnelle émet son avis sur toutes les questions concernant le placement dans la profession. Ses délibérations et avis sont communiqués à la commission administrative de l'office ou du bureau municipal qui arrête définitivement les propositions à formuler. — Chaque commission de section professionnelle délègue un patron et un ou-

vrier avec voix délibérative aux séances de la commission administrative de l'office départemental ou du bureau municipal.

ART. 8. — Pour chaque office départemental, l'arrêté préfectoral, prévu par l'article 85 a, § 4 du livre I^{er} du Code du travail, et, pour chaque bureau municipal, un arrêté du maire détermineront le mode de désignation du président de la commission administrative et des commissions paritaires, la durée du mandat des membres de la commission administrative et des commissions paritaires, qui ne peut excéder trois ans, la périodicité des séances, à raison d'une au moins par trimestre, la procédure du contrôle de la gestion du bureau et, s'il y a lieu, les indemnités à allouer aux membres à titre de jetons de présence. — Dans toute délibération, les patrons et ouvriers ou employés ne doivent prendre part au vote qu'en nombre égal. — Dans le cas où les patrons et ouvriers ou employés ne sont pas présents en nombre égal, un tirage au sort détermine le ou les membres qui ne prennent pas part au vote. — Les décisions sont prises à la majorité des membres présents. Au sein de la commission administrative, cette majorité doit, dans les questions d'ordre professionnel, comprendre la majorité des membres patrons, ouvriers et employés. Le président de la commission administrative ou d'une commission paritaire ne doit être ni un des membres employeurs ou employés, ni l'agent ayant la direction de l'office départemental ou du bureau municipal, ni le préposé d'une section professionnelle. Il ne vote pas. — Le règlement intérieur détermine, en outre, le mode de nomination et les fonctions du ou des agents préposés au placement et les conditions générales du fonctionnement des bureaux et, notamment, leurs heures d'ouverture.

ART. 10. — Dans les salles où le public a accès, est apposée une affiche rappelant que le placement est rigoureusement gratuit, et que, l'article 87 du livre I^{er} du Code du travail interdisant à tout gérant ou employé du service de percevoir une rétribution ou récompense quelconque à l'occasion du placement d'un ouvrier ou employé, il est formellement défendu aux employeurs et aux ouvriers ou employés d'offrir une rétribution quelconque au personnel des bureaux. — Sont également affichés ou tenus à la disposition des intéressés, les conventions collectives de travail et les bordereaux de salaire, qui auront été portés à la connaissance des services par les organisations intéressées.

ART. 12. — En cas de conflit collectif ayant entraîné une cessation du travail, le service de placement continue de fonctionner. Mais si ce conflit est de notoriété publique ou a été porté à la connaissance du service, celui-ci est tenu d'en avertir tout demandeur auquel est offert un emploi dans une entreprise atteinte, directement ou indirectement, par le conflit ou tout employeur de la profession intéressée demandant du personnel. — La liste des dites entreprises est,

en outre, affichée dans la salle réservée aux demandeurs et aux offreurs.

Offices départementaux de placement des travailleurs.

La guerre a troublé profondément le marché du travail.

Au chômage absolu du fait de la guerre a succédé une reprise progressive du travail, mais très variable suivant les régions. Alors que, dans telle région, il y avait pénurie de main-d'œuvre, dans la région voisine, le nombre des chômeurs était très élevé.

Cet état de choses fit ressortir les lacunes d'une organisation de placement pratiquée en dehors des bureaux de placement privés, par quelques syndicats professionnels. De plus, très peu de villes de plus de 10.000 habitants avaient ouvert des bureaux de placement.

Le ministre du Travail a alors invité les préfets à créer, dans chaque département, un office départemental de placement.

Pour assurer la liaison entre les offices départementaux de placement, il a été institué au ministère du Travail un office central de placement. Les offices départementaux de placement bénéficient des subventions de l'État s'ils répondent aux conditions imposées par le décret du 12 mars 1916.

Office National des mutilés et réformés de guerre (Loi du 2 janvier 1918).

Au placement on peut rattacher la question de la rééducation professionnelle et de l'Office national des mutilés et réformés de guerre.

L'Office national des mutilés et réformés de guerre est un agent de liaison entre les œuvres privées ayant pour objet la protection des intérêts généraux des mutilés et invalides de la guerre, leur rééducation professionnelle et leur placement. Il leur assure aussi le patronage et l'appui permanents qui sont dus par la reconnaissance de la nation.

Dans chaque département, il est institué des comités locaux de mutilés et réformés de guerre ayant des attributions semblables à celles de l'office.

Aux termes de l'article 1^{er} de la loi du 2 janvier 1918, tout militaire ou ancien militaire des armées de terre et de mer atteint d'infirmités résultant de blessures reçues ou de maladies contractées ou aggravées pendant la guerre de 1914-1918 peut demander son inscription à une école de rééducation professionnelle.

D. — TAXE D'APPRENTISSAGE

L'article 25 de la loi de finances du 13 juillet 1925, qui crée une taxe d'apprentissage, prévoit qu'un règlement d'administration publique devra intervenir pour fixer les modalités d'application de cette nouvelle contribution.

Le législateur a spécifié que cette taxe ne serait pas établie dans les conditions ordinaires de la réglementation fiscale. Si le service

de recouvrement de la taxe doit demeurer le même qu'en matière de contributions directes et taxes assimilées, une innovation profonde est apportée dans le service de l'assiette. C'est, en effet, au comité départemental de l'enseignement technique, institué par la loi du 25 juillet 1919, qu'est dévolu le soin d'établir les états matriciels de la taxe dont il s'agit et de fixer annuellement, pour chacun des assujettis, le montant de son imposition.

En faisant intervenir ainsi le comité départemental de l'enseignement technique dans l'application de la taxe d'apprentissage, le législateur a tenu à montrer le caractère spécial de cette contribution, dont le produit doit servir exclusivement à des dépenses en faveur de l'enseignement technique et de l'apprentissage, ainsi qu'au développement des laboratoires scientifiques.

Le souci d'exonérer les assujettis qui auraient déjà consenti à assumer les charges d'œuvres d'enseignement technique et d'apprentissage devait entraîner une procédure complexe dans l'application de la taxe. Pour chaque cas particulier, le calcul de l'imposition allait se faire à l'aide d'un élément certain, formé par les déclarations des chefs d'entreprises, du montant des salaires, traitements et rétributions quelconques, payés au cours de l'année précédente, et aussi, en tenant compte d'un élément à caractère contingent, constitué par les demandes d'exonérations qui pourraient se produire dans un certain nombre de cas limitativement énumérés par la loi.

Le premier élément est destiné à faire ressortir la taxe brute ; aucune difficulté n'apparaît pour arriver à révéler cet élément ; les assujettis seront astreints à faire une déclaration des salaires, traitements et rétributions quelconques, analogue à celle prévue par l'article 26 de la loi du 31 juillet 1917, complété par l'article 6 de la loi de finances de 1925. Cette déclaration sera l'élément de base des états matrices.

Le deuxième élément n'interviendra que si l'assujetti a déjà effectué des dépenses pour l'enseignement technique et l'apprentissage, et qu'il entend s'en prévaloir ; ces dépenses viendraient en déduction de la taxe d'apprentissage, permettant de chiffrer la véritable imposition du contribuable, c'est-à-dire la taxe nette.

Le législateur ne pouvait se contenter de l'affirmation des assujettis, qui demandaient décharge de la taxe. Si l'on ne voulait organiser « l'évasion » de la taxe d'apprentissage, il convenait d'instituer un contrôle sévère des faits allégués à l'appui des demandes d'exonération.

Un seul organisme était apte à exercer ce contrôle, c'était le comité départemental de l'enseignement technique, assemblée qui, en conformité de la loi du 25 juillet 1919, centralise toutes les questions relatives aux écoles et aux cours professionnels du département, qui s'occupe du développement de l'enseignement technique et possède

l'expérience des choses de cet enseignement, puisque l'administration ne traite aucune affaire sans que le comité n'ait été invité à formuler son avis.

Si le comité départemental apparaissait compétent pour être le juge des exonérations et établir la taxe nette pour chaque contribuable, il se trouvait démuné de tous moyens de réunir les éléments d'appréciation nécessaires. Cette assemblée a été, en effet, jusqu'alors une assemblée purement consultative, n'ayant pas de budget, ne disposant d'aucun service. Pour que le comité pût jouer son rôle, il importait donc de désigner les autorités administratives qui allaient être chargées de réunir les éléments d'information, de procéder à l'instruction des demandes d'exonération. C'est dans ce but que le projet a prévu l'intervention de l'inspection de l'enseignement technique, de l'inspection du travail, pour l'application de la taxe d'apprentissage.

Les autres dispositions du projet sont inspirées, d'une part, par la nécessité de procurer aux agents chargés de l'instruction des demandes, des moyens d'information qui les mettent à même de se rendre compte de la matérialité des faits déclarés; d'autre part, par le désir d'accorder toutes facilités aux contribuables pour effectuer le dépôt de leurs déclarations; pour les guider, le cas échéant, dans l'énumération des charges relatives à l'enseignement technique et à l'apprentissage, qu'ils supportent et qui sont susceptibles d'ouvrir un droit à l'exonération. Enfin le projet s'est efforcé de donner aux assujettis toute latitude dans le choix des moyens pour faire la preuve devant le comité départemental de l'enseignement technique comme devant la commission permanente du conseil supérieur jugeant en appel des faits qu'ils invoquent.

Tels sont les principes qui ont présidé à l'élaboration du projet de règlement que nous avons l'honneur, après avoir recueilli l'avis du Conseil d'Etat, de soumettre à votre haute sanction.

CHAPITRE PREMIER

Des déclarations et des demandes d'exonération.

ART. 1^{er}. — Avant le 1^{er} mars de chaque année, le chef d'entreprise assujetti à la taxe adresse au préfet du département où est situé le siège social de son entreprise une déclaration globale, établie en double exemplaire et contenant les indications suivantes: — 1^o Ses nom, prénoms et, le cas échéant, la raison sociale de l'entreprise, la nature de l'entreprise, le siège social, le lieu où est situé l'établissement et, s'il y a lieu, celui de chacun des établissements exploités par l'entreprise; 2^o Le montant total des appointements,

salaires, rétributions quelconques, payés l'année précédente. — Lorsque l'entreprise comprend des établissements situés dans des départements autres que celui du siège social, il est annexé à la déclaration un état dressé pour chacun des départements où sont situés ces établissements et contenant pour chacun de ces derniers les indications prévues au précédent paragraphe.

ART. 2. — S'il y a lieu, l'assujetti joint à sa déclaration une demande d'exonération partielle ou totale de la taxe, en raison des dépenses qu'il a effectuées, au cours de l'année précédente, en vue de favoriser l'enseignement technique et l'apprentissage.

Il indique dans cette demande : — 1° Le nombre des ouvriers et employés âgés de plus de 18 ans ; — 2° Le nombre des ouvriers et employés âgés de moins de 18 ans ; — 3° Le nombre des apprentis. Sont considérés comme apprentis pour l'application de la loi du 13 juillet 1925, les jeunes gens, jeunes femmes et filles, sans distinction de nationalité, âgés de moins de 18 ans, munis d'un contrat d'apprentissage et, à défaut, occupés dans le commerce ou l'industrie en vue d'une formation professionnelle méthodique et complète ; — 4° S'il y a lieu, les conditions dans lesquelles l'assujetti assure l'apprentissage de son personnel et organise, pour lui, l'enseignement technique avec l'énumération des charges qu'il supporte du fait de l'apprentissage et de l'enseignement technique et qui rentrent dans une des catégories suivantes : — *a.* Les frais de premier établissement et de fonctionnement des cours professionnels et techniques de degrés divers, lorsque ces cours sont reconnus suffisants, après avis de la commission locale professionnelle dans les conditions prévues par la loi du 25 juillet 1919 ou après avis de l'inspection de l'enseignement technique. — Les frais de premier établissement ne comprennent que ceux qui ont été assumés depuis la promulgation de la loi de finances du 13 juillet 1925 ; — *b.* Les salaires des techniciens qui sont chargés, à l'exclusion de tout autre travail, de la formation et de la direction des apprentis isolés ou en groupe, dans la limite maximum d'un technicien pour dix apprentis ; — *c.* Les salaires payés aux apprentis pendant les dix premiers mois de l'apprentissage, lorsqu'ils sont soumis à un programme d'apprentissage méthodique complet pendant toute la durée de l'apprentissage, ainsi que les salaires payés pour les heures de présence aux cours professionnels, contrôlées par l'usage du livret prévu à l'article 45 de la loi du 25 juillet 1919 ; — *d.* Les subventions en espèces ou en nature aux écoles techniques publiques ou reconnues par l'Etat, ou aux écoles dont l'enseignement aura été reconnu suffisant par l'inspection générale de l'enseignement technique après consultation, s'il y a lieu, de l'administration publique plus spécialement intéressée ; les bourses et allocations d'études dans lesdites écoles, avec le nom et l'adresse des bénéficiaires, ainsi que toutes indications sur

l'utilisation de ces sommes ; — *e.* La participation aux frais des œuvres complémentaires de l'enseignement technique et de l'apprentissage, la nature desdites œuvres et toutes indications utiles s'y rapportant ; — *f.* Les subventions pour le développement et le fonctionnement des laboratoires de sciences pures et appliquées ; — 5° S'il y a lieu, le montant des subventions, allocations, cotisations, centimes additionnels à l'imposition des patentes, ou autres contributions spéciales versées à des groupements professionnels ou bien à des chambres de commerce, ainsi qu'à toute personne morale publique ou privée, à titre de participation dans les dépenses relatives à l'apprentissage ou à l'enseignement technique, comprises dans l'énumération qui figure aux paragraphes précédents.

ART. 3. — Les déclarations et les demandes d'exonération sont signées, soit par l'assujetti lui-même, soit par un mandataire, en vertu d'une procuration, soit, s'il s'agit d'une société, par ses représentants légaux ou leur mandataire.

ART. 4. — Le préfet délivre récépissé de la déclaration et de la demande d'exonération.

ART. 5. — Tout assujetti qui cesse d'être soumis à la taxe comme se trouvant dans un des cas d'exception prévus par le paragraphe 5 de l'article 25 de la loi, doit en faire la déclaration au préfet avant le 1^{er} mars de chaque année.

CHAPITRE II

Contrôle des déclarations et examen des demandes d'exonération.

ART. 6. — Le préfet, président du comité départemental, fait procéder au contrôle des déclarations qui lui sont parvenues avant l'expiration du délai fixé par l'article 1^{er} du présent décret. — Il transmet aux préfets des départements intéressés les déclarations qui concernent des établissements situés dans d'autres départements. Ces déclarations sont retournées avant le 20 mai avec les propositions du préfet qui a procédé au contrôle.

ART. 7. — Lorsque l'instruction fait ressortir que la déclaration comporte des rectifications, le préfet en avise l'assujetti et lui impartit un délai de dix jours pour présenter, avec toutes justifications utiles, des observations écrites ou orales.

ART. 8. — Le préfet fait rechercher, en vue de la taxation d'office, les entreprises assujetties à la taxe, pour lesquelles il n'a pas été souscrit de déclaration.

ART. 9. — Le préfet soumet les demandes d'exonération qui lui sont parvenues dans le délai fixé à l'article 1^{er} du présent décret au

comité départemental de l'enseignement technique. — Celui-ci examine le bien-fondé de la demande, tant au point de vue de la réalité de la dépense qu'à celui de l'utilisation qui lui a été donnée et il fixe le montant de l'exonération.

ART. 10. — Les assujettis devront, lorsque la demande leur en sera faite par le comité départemental, fournir la preuve des charges qu'ils ont déclaré supporter et produire toutes justifications nécessaires.

ART. 11. — En vue d'apprécier si, par leur caractère et leur utilisation, les dépenses dont il est fait état par le chef d'entreprise justifient une exonération, il sera procédé, sur la demande du comité départemental, à des enquêtes soit par des inspecteurs de l'enseignement technique, soit par des inspecteurs du travail ou des ingénieurs des mines, soit par des délégués désignés sur la proposition du comité départemental de l'enseignement technique par le Ministre chargé de l'enseignement technique. — Ces inspecteurs ou délégués vérifieront les conditions dans lesquelles l'apprentissage est réalisé à l'atelier; ils auront le droit de prendre connaissance sur place des livres ou feuilles de paye constatant les salaires ou traitements payés aux techniciens chargés de la formation des apprentis, ainsi qu'aux apprentis eux-mêmes. Ils auront la faculté de visiter les cours et écoles d'enseignement technique ainsi que les laboratoires, de demander communication des budgets des cours ou des écoles, de se rendre compte de l'utilisation des dépenses réellement effectuées.

ART. 12. — Lorsque le comité départemental contestera le bien-fondé de la demande d'exonération, il devra en aviser l'intéressé qui pourra, dans un délai de dix jours, demander à être entendu par lui ou à présenter, par écrit, des explications complémentaires.

ART. 13. — La décision par laquelle le comité départemental aura rejeté, soit totalement, soit partiellement, la demande d'exonération sera notifiée par le préfet à l'intéressé. Celui-ci pourra, conformément au paragraphe 12 de l'article 25 de la loi, faire appel, dans le délai de quinze jours de la notification, auprès de la commission permanente du conseil supérieur de l'enseignement technique. Il devra adresser un mémoire contenant tous moyens à l'appui de son pourvoi et indiquer s'il demande à être entendu par la commission. — La commission statuera, après avoir entendu, à la date fixée par elle, l'intéressé qui en aurait fait la demande. Ses décisions doivent être motivées. Elles sont notifiées par l'intermédiaire du préfet.

ART. 14. — Le préfet, président du comité départemental, pourra, dans les mêmes conditions, faire appel des décisions du comité départemental statuant sur les demandes d'exonération.

ART. 15. — Le pourvoi formé devant la commission permanente du conseil supérieur n'est pas suspensif.

CHAPITRE III

Établissement des états matriciels.

ART. 16. — Le comité départemental de l'enseignement technique est convoqué obligatoirement chaque année, avant le 1^{er} juin, en session extraordinaire, en vue de l'établissement des états matriciels. — Le comité départemental s'adjoindra pour cette session des représentants dûment qualifiés des professions intéressées. Le préfet appellera à cet effet des délégués, en nombre égal, des groupements professionnels patronaux et ouvriers; s'il n'existe pas dans le département de groupements professionnels, il appellera des personnes désignées, d'une part, par les chambres de commerce, d'autre part, par les conseils de prud'hommes. Il devra également prendre l'avis des personnes qualifiées qui auront demandé à être entendues.

ART. 17. — Tous les renseignements et communications fournis au comité départemental sont confidentiels. Toutes les communications adressées par le comité aux contribuables doivent être transmises sous enveloppes fermées.

ART. 18. — Le comité départemental, après examen des renseignements fournis par le préfet, détermine la taxe due par chaque assujetti, et statue sur l'imposition du double droit sur la partie omise dans le cas où la déclaration a été reconnue inexacte. Il opère ensuite la déduction de l'exonération qu'il a antérieurement fixée. — L'assujetti qui s'est abstenu de faire sa déclaration, ou de répondre à la demande d'éclaircissement du préfet est taxé d'office. — Les états matriciels ainsi établis sont adressés par le préfet au directeur des contributions directes chargé de la confection des rôles.

CHAPITRE II

DES GROUPEMENTS PROFESSIONNELS

Loi du 21 mars 1884, sur les syndicats professionnels
(Extrait du Livre III).

ART. 1^{er}. — Les syndicats professionnels, même de plus de vingt personnes exerçant la même profession, des métiers similaires ou des professions connexes concourant à l'établissement de produits déterminés pourront se constituer librement.

ART. 2. — Les syndicats professionnels ont exclusivement pour objet l'étude et la défense des intérêts économiques, industriels, commerciaux et agricoles.

ART. 3. — Les fondateurs de tout syndicat professionnel devront déposer les statuts et les noms de ceux qui, à un titre quelconque, seront chargés de l'administration ou de la direction. — Ce dépôt aura lieu à la mairie de la localité où le syndicat est établi et, à Paris, à la préfecture de la Seine. — Ce dépôt sera renouvelé à chaque changement de la direction ou des statuts. — Communication des statuts devra être donnée par le maire ou le préfet de la Seine au procureur de la République. — Les membres de tout syndicat professionnel chargés de l'administration ou de la direction de ce syndicat devront être Français et jouir de leurs droits civils. — Les femmes mariées exerçant une profession ou un métier peuvent, sans l'autorisation de leur mari, adhérer aux syndicats professionnels et participer à leur administration et à leur direction. — Les mineurs âgés de plus de seize ans peuvent adhérer aux syndicats, sauf opposition de leurs père, mère ou tuteur. Ils ne peuvent participer à l'administration ou à la direction. — Peuvent continuer à faire partie d'un syndicat professionnel les personnes qui auront quitté l'exercice de leur fonction ou de leur profession, si elles l'ont exercée au moins un an.

ART. 4. — Les syndicats professionnels jouissent de la personnalité civile. Ils ont le droit d'ester en justice et d'acquérir sans autorisation, à titre gratuit ou à titre onéreux, des biens meubles ou immeubles. — Ils peuvent, devant toutes les juridictions, exercer tous les droits réservés à la partie civile relativement aux faits portant un préjudice direct ou indirect à l'intérêt collectif de la profession qu'ils représentent. — Ils peuvent, en se conformant aux autres dispositions des lois en vigueur, constituer entre leurs membres des caisses spéciales de secours mutuels et de retraites. — Ils peuvent, en outre, affecter une partie de leurs ressources à la création d'habitations à bon marché et à l'acquisition de terrains pour jardins ouvriers, éducation physique et hygiène. — Ils peuvent librement créer et administrer des offices de renseignements pour les offres et les demandes de travail. — Ils peuvent créer, administrer ou subventionner des œuvres professionnelles telles que : institutions professionnelles de prévoyance, laboratoires, champs d'expériences, œuvres d'éducation scientifique, agricole ou sociale, cours et publications intéressant la profession. — Ils peuvent subventionner des sociétés coopératives de production ou de consommation. — Ils peuvent, s'ils y sont autorisés par leurs statuts et à condition de ne pas distribuer de bénéfices, même sous forme de ristourne, à leurs membres : 1° Acheter pour les louer, prêter ou répartir entre leurs membres tous les objets nécessaires à l'exercice de leur profession, matières premières, outils, instruments, machines, engrais, semences, plants, animaux et matières alimentaires pour le bétail ; — 2° Prêter leur entremise gratuite pour la vente des produits provenant exclusivement du travail personnel ou des exploitations des syndiqués, facilit-

ter cette vente par expositions, annonces, publications, groupement de commandes et d'expéditions, sans pouvoir l'opérer sous leur nom et sous leur responsabilité. Ils peuvent passer des contrats ou conventions avec tous autres syndicats, sociétés ou entreprises. Tout contrat ou convention, visant les conditions collectives du travail, est passé dans les conditions déterminées par la loi du 25 mars 1919. — Les syndicats peuvent déposer, en remplissant les formalités prévues par l'article 2 de la loi du 23 juin 1857, modifiée par la loi du 3 mai 1890, leurs marques ou labels. Ils peuvent, dès lors, en revendiquer la propriété exclusive dans les conditions de ladite loi. — Ces marques ou labels peuvent être apposés sur tout produit ou objet de commerce pour en certifier l'origine et les conditions de fabrication. Ils peuvent être utilisés pour tous individus ou entreprises mettant en vente ces produits. — Les peines prévues par les articles 7 à 11 de la loi du 23 juin 1857, contre les auteurs de contrefaçons, apparition, imitation ou usage frauduleux des marques de commerce seront applicables, en matière de contrefaçons, opposition, imitation ou usages frauduleux des marques syndicales ou labels, l'article 163 du Code pénal pourra toujours être appliqué. — Ces syndicats peuvent être consultés sur tous les différends et toutes les questions se rattachant à leur spécialité. — Dans les affaires contentieuses, les avis du Syndicat seront tenus à la disposition des parties qui pourront en prendre communication et copie. — Il n'est dérogé, en aucune façon, aux dispositions des lois spéciales qui auraient accordé aux syndicats des droits non visés dans la présente loi. — Les immeubles et objets mobiliers nécessaires à leurs réunions, à leurs bibliothèques et à leurs cours d'institution professionnelle seront insaisissables. Il en sera de même des fonds de leurs caisses spéciales de secours mutuels et de retraites dans les limites déterminées par l'article 12 de la loi du 1^{er} avril 1898 sur les sociétés de secours mutuels.

ART. 5. — Les syndicats professionnels régulièrement constitués d'après les prescriptions de la présente loi, peuvent librement se concerter pour l'étude et la défense de leurs intérêts économiques, industriels, commerciaux et agricoles. — Les dispositions des articles 3 et 4 sont applicables aux unions de Syndicats qui doivent, d'autre part, faire connaître dans les conditions prévues audit article 4, le nom et le siège social des syndicats qui les composent. — Les unions jouissent, en outre, de tous les droits conférés par l'article 5 aux syndicats professionnels. — Leurs statuts doivent déterminer les règles selon lesquelles les syndicats adhérents à l'union sont représentés dans le conseil d'administration et dans les assemblées générales.

ART. 6. — Tout membre d'un syndicat professionnel peut se retirer à tout instant de l'association, nonobstant toute clause contraire sans préjudice du droit pour le syndicat de réclamer la cotisation afférente aux six mois qui suivent le retrait de l'adhésion. — Toute

personne qui se retire d'un syndicat conserve le droit d'être membre des sociétés de secours mutuels et de retraite pour la vieillesse à l'actif desquelles elle a contribué par des cotisations ou versements de fonds. — En cas de dissolution volontaire, statutaire ou prononcée par justice, les biens de l'association sont dévolus conformément aux statuts, ou, à défaut de dispositions statutaires, suivant les règles déterminées par l'Assemblée générale. En aucun cas, ils ne peuvent être répartis entre les membres adhérents.

ART. 7. — Les infractions aux dispositions des articles 2, 3, 4, 5 et 6 de la présente loi seront poursuivies contre les directeurs ou administrateurs des syndicats et punies d'une amende de 16 à 200 francs. Les tribunaux pourront, en outre, à la diligence du procureur de la République, prononcer la dissolution du syndicat et la nullité des acquisitions d'immeubles faites en violation des dispositions de l'article 6. — En cas de fausses déclarations relatives aux statuts et aux noms et qualités des administrateurs ou directeurs, l'amende pourra être portée à 500 francs.

ART. 8. — La présente loi est applicable aux professions libérales. Une loi spéciale fixera le statut des fonctionnaires.

CHAPITRE III

DES CONFLITS DU TRAVAIL

Le nombre des grèves croit de plus en plus.

Il n'est pas facile de dégager avec certitude les causes de ces grèves, mais on peut dire, sans crainte d'être démenti, que c'est surtout pour maintenir ou améliorer leur situation que les ouvriers font grève.

En France, de nombreux arrangements directs aplanissent tous les jours les différends qui surgissent entre patrons et ouvriers.

Il semble que c'est dans la création d'organes d'arbitrage que gît la solution du problème et que de leur fonctionnement résultera avec la disparition d'un grand nombre de grèves celle des privations et des souffrances qui atteignent l'ouvrier gréviste et sa famille.

L'État n'intervient que lorsque le conflit est déclaré. Il serait plus efficace qu'il intervint avant la grève en vue de provoquer le rapprochement des adversaires et de trouver un terrain d'entente. C'est l'œuvre des tribunaux d'arbitrage et de conciliation.

La loi du 27 décembre 1892 sur la conciliation et l'arbitrage et la loi du 17 juillet 1908 sur les Conseils consultatifs du travail sont peu appliquées. Divers projets de loi ont été déposés sur le bureau du Parlement pour rendre la conciliation obligatoire.

CHAPITRE IV

DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE

A. — ACCIDENTS DU TRAVAIL

Loi du 5 avril 1898 concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail (*Modifiée par les lois du 22 mars 1902, 31 mars 1905, 17 avril 1906, 5 mars 1917, 17 octobre 1919, 6, 31 juillet et 5 août 1920, 6 janvier 1921, 12 avril 1923, 7 avril et 8 juillet 1926 et 2 février 1927*).

TITRE I. — *Indemnités en cas d'accidents.* — ART. 1^{er}. — 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 transports par terre et par eau, de chargement ou de déchargement, les magasins publics, mines, minières, carrières et, en outre, dans toute exploitation ou partie d'exploitation dans laquelle sont fabriquées ou mise en œuvre des matières explosibles, 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. — 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 huit mille francs ne bénéficient de ces dispositions que jusqu'à concurrence de cette somme. Pour le surplus et jusqu'à dix-huit mille cinq cents francs, ils n'ont droit qu'au quart des rentes stipulées à l'article 3 ; au delà de dix-huit mille cinq cents francs, ils n'ont droit qu'à un huitième, à moins de conventions contraires élevant le chiffre de la quotité.

ART. 3. — Dans les cas prévus à l'article premier, l'ouvrier ou employé a droit : pour l'incapacité absolue et permanente, à une rente égale aux deux tiers de son salaire annuel ; — pour l'incapacité partielle et permanente, à une rente égale à la moitié de la réduction que l'accident aura fait subir au salaire ; — pour l'incapacité temporaire, si l'incapacité de travail a duré plus de quatre jours, à une indemnité journalière, sans distinction entre les jours ouvrables et les dimanches et jours fériés, égale à la moitié du salaire touché

au moment de l'accident, à moins que le salaire ne soit variable; dans ce dernier cas, l'indemnité journalière est égale à la moitié du salaire moyen des journées de travail pendant le mois qui a précédé l'accident. L'indemnité est due à partir du cinquième jour après celui de l'accident; toutefois elle est due à partir du premier jour si l'incapacité de travail a duré plus de dix jours. L'indemnité journalière est payable aux époques et lieux de paye usités dans l'entreprise, sans que l'intervalle puisse excéder seize jours. — 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 de 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 étaient 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 à la résidence du titulaire, ou au chef-lieu de canton de cette résidence, et, si elles sont servies par la Caisse nationale des retraites, chez le préposé de cet établissement désigné par le titulaire. — Elles sont payables par trimestre et à terme échu; toutefois le tribunal peut ordonner le paiement d'avance de la moitié du premier arrérage. — Ces rentes sont incessibles et insaisissables. — Les ouvriers étrangers, victimes d'accidents, qui cesseraient de résider sur le territoire français, recevront, pour toute indemnité, un capital égal à trois fois la rente qui leur avait été allouée. — Il en sera de même pour leurs ayants droit étrangers cessant de résider sur le territoire français, sans que toutefois le capital puisse alors dépasser la valeur actuelle de la rente d'après le tarif visé à l'article 28. — Les représentants étrangers d'un ouvrier étranger ne recevront aucune indemnité si, au moment de l'accident, ils ne

résidaient pas sur le territoire français. — Les dispositions des trois alinéas précédents pourront, toutefois, être modifiées par traités dans la limite des indemnités prévues au présent article, pour les étrangers dont les pays d'origine garantiraient à nos nationaux des avantages équivalents.

ART. 4. — Quelle que soit la durée du travail occasionnée par l'accident, le chef d'entreprise supporte en outre les frais médicaux et pharmaceutiques et les frais funéraires. Ces derniers sont évalués à la somme de deux cents francs au maximum. — La victime peut toujours faire choix elle-même de son médecin et de son pharmacien. Dans ce cas le chef d'entreprise ne peut être tenu des frais médicaux et pharmaceutiques que jusqu'à concurrence de la somme fixée par le juge de paix du canton où est survenu l'accident, conformément à un tarif qui sera établi par arrêté du ministre du Commerce après avis d'une commission spéciale : comprenant des représentants de syndicats de médecins et de pharmaciens ; de syndicats professionnels ouvriers et patronaux ; de sociétés d'assurances contre les accidents de travail et de syndicats de garantie. L'arrêté fixe la durée d'application du tarif. — Le chef d'entreprise est seul tenu dans tous les cas, en outre des obligations contenues en l'article 3, des frais d'hospitalisation qui, tout compris, ne pourront dépasser le tarif établi pour l'application de l'article 24 de la loi du 15 juillet 1893 majoré de 30 0/0. — Les médecins et pharmaciens ou les établissements hospitaliers peuvent actionner directement le chef d'entreprise. — Au cours du traitement, le chef d'entreprise pourra désigner au juge de paix un médecin chargé de le renseigner sur l'état de la victime. Cette désignation, dûment visée par le juge de paix, donnera audit médecin accès hebdomadaire auprès de la victime en présence du médecin traitant, prévenu deux jours à l'avance par lettre recommandée. — Fauté par la victime de se prêter à cette visite, le paiement de l'indemnité journalière sera suspendu par décision du juge de paix, qui convoquera la victime par une simple lettre recommandée. — Si le médecin certifie que la victime est en état de reprendre son travail et que celle-ci le conteste, le chef d'entreprise peut, lorsqu'il s'agit d'une incapacité temporaire, requérir du juge de paix une expertise médicale qui devra avoir lieu dans les cinq jours.

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 auront 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. — Indépendamment 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 d'entreprise. — Le tribunal, en chambre du conseil, statuera sur ces demandes.

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 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 qu'ils auraient pu recevoir pendant la période de travail nécessaire pour compléter les douze mois, d'après la rémunération moyenne des ouvriers de la même catégorie pendant ladite période. — 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. — Si, pendant les périodes visées aux alinéas précédents, l'ouvrier a chômé exceptionnellement et pour des causes indépendantes de sa volonté, il est fait état du salaire moyen qui eût correspondu à ces chômages.

TITRE II. — *Déclaration des accidents et enquêtes.* — ART. 11. — 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 un 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 conditions 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 nov. 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. — 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 par 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 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'État 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 un à quinze francs (1 à 15 francs) les chefs d'industrie ou leurs préposés qui auront contrevenu aux dispositions de l'article 11. — En cas de récidive dans l'année, l'amende peut être élevée de seize à trois cents francs (16 à 300 francs). — L'article 463 du Code pénal est applicable aux contraventions prévues par le présent article.

TITRE III. — *Compétence. — Juridictions. — Procédure. — Revision.*

— ART. 15. — 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 et dans les quinze jours de la demande, les contestations relatives, tant aux frais funéraires qu'aux indemnités temporaires. — Les indemnités temporaires sont dues jusqu'au jour du décès ou jusqu'à la consolidation de la blessure, c'est-à-dire jusqu'au jour où la victime se trouve, soit complètement guérie, soit définitivement atteinte d'une incapacité permanente; elles continuent, dans ce dernier cas, à être servies jusqu'à décision définitive prévue à l'article suivant, sous réserve des dispositions du quatrième alinéa dudit article. — Si l'une des parties soutient, avec un certificat médical à l'appui, que l'incapacité est permanente, le juge de paix doit se déclarer incompétent par une décision dont il transmet, dans les trois jours, expédition au président du tribunal civil. Il fixe en même temps, s'il ne l'a fait antérieurement, l'indemnité journalière. — Le juge de paix connaît des demandes relatives au paiement des frais médicaux et pharmaceutiques jusqu'à trois cents francs en dernier ressort et à quelque chiffre que ces demandes s'élèvent, à charge d'appel dans la quinzaine de la décision. — Les décisions du juge de paix relatives à l'indemnité journalière sont exécutoires nonobstant opposition. Ces décisions sont susceptibles de recours en cassation pour violation de la loi. — Lorsque l'accident s'est produit en territoire étranger, le juge de paix compétent, dans les termes de l'article 12 et du présent article, est celui du canton où est situé l'établissement ou le dépôt auquel est attachée la victime. — Lorsque l'accident s'est produit en territoire français, hors du canton où est situé l'établissement ou le dépôt auquel est attachée la victime, le juge de paix de ce dernier canton devient exceptionnellement compétent, à la requête de la victime ou de ses ayants droit adressée, sous forme de lettre recommandée, au juge de paix du canton où l'accident s'est produit, avant qu'il n'ait été saisi dans les termes du présent article ou bien qu'il n'ait clos l'enquête prévue à l'article 13. Un récépissé est immédiatement envoyé au requérant par le greffe, qui avise, en même temps que le chef d'entreprise, le juge de paix devenu compétent et, s'il y a lieu, transmet à ce dernier le dossier de l'enquête dès sa clôture, en avertissant les parties, conformément à l'article 13. — Si, après transmission du dossier de l'enquête

au président du tribunal du lieu de l'accident, et avant convocation des parties, la victime ou ses ayants droit justifient qu'ils n'ont pu, avant la clôture de l'enquête, user de la faculté prévue à l'alinéa précédent, le président peut, les parties entendues, se dessaisir du dossier et le transmettre au président du tribunal de l'arrondissement où est situé l'établissement ou le dépôt auquel est attachée la victime.

ART. 16. — En ce qui touche les autres indemnités prévues par la présente loi, le président du tribunal de l'arrondissement, dans les cinq jours de la transmission du dossier, si la victime est décédée avant la clôture de l'enquête, ou, dans le cas contraire, dans les cinq jours de la production par la partie la plus diligente, soit de l'acte de décès, soit d'un accord écrit des parties reconnaissant le caractère permanent de l'incapacité, ou bien de la réception de la décision du juge de paix visée au troisième alinéa de l'article précédent, ou enfin, s'il n'a été saisi d'aucune de ces pièces, dans les cinq jours précédant l'expiration du délai de prescription prévu à l'article 18, lorsque la date de cette expiration lui est connue, convoque la victime ou ses ayants droit, le chef d'entreprise, qui peut se faire représenter et, s'il y a assurance, l'assureur. Il peut, du consentement des parties, commettre un expert dont le rapport doit être déposé dans le délai de huitaine. — En cas d'accord entre les parties, conforme aux prescriptions de la présente loi, l'indemnité est définitivement fixée par l'ordonnance du président qui en donne acte en indiquant, sous peine de nullité, le salaire de base et la réduction que l'accident aura fait subir au salaire. — En cas de désaccord, les parties sont renvoyées à se pourvoir devant le tribunal, qui est saisi par la partie la plus diligente et statue comme en matière sommaire, conformément au titre XXIV du livre II du Code de procédure civile. Son jugement est exécutoire par provision. — En ce cas, le président, par son ordonnance de renvoi et sans appel, peut substituer à l'indemnité journalière une provision inférieure au demi-salaire ou, dans la même limite, allouer une provision aux ayants droit. Ces provisions peuvent être allouées ou modifiées en cours d'instance par voie de référé sans appel. Elles sont incessibles ou insaisissables et payables dans les mêmes conditions que l'indemnité journalière. — Les arrérages des rentes courent à partir du jour du décès ou de la consolidation de la blessure, sans se cumuler avec l'indemnité journalière ou la provision. — Dans le cas où le montant de l'indemnité ou de la provision excède les arrérages dus jusqu'à la date de la fixation de la rente, le tribunal peut ordonner que le surplus sera précompté sur les arrérages ultérieurs dans la proportion qu'il détermine. — S'il y a assurance, l'ordonnance du président ou le jugement fixant la rente allouée spécifie que l'assureur est substitué au chef d'entreprise dans les termes du titre IV, de façon à supprimer tout recours de la victime contre ledit chef d'entreprise.

ART. 17. — 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. — 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. — 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 revision 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 compter, soit de la date à laquelle cesse d'être due l'indemnité journalière, s'il n'y a point eu attribution de rente, soit de l'accord intervenu entre les parties ou de la décision judiciaire passée en force de chose jugée, même si la pension a été remplacée par un capital en conformité de l'article 21. — Dans tous les cas, sont applicables à la revision les conditions de compétence et de procédure fixées par les articles 16, 17 et 22. Le président du tribunal est saisi par voie de simple déclaration au greffe. — S'il y a accord entre les parties, conforme aux prescriptions de la présente loi, le chiffre de la rente révisée est fixé par ordonnance du président, qui donne acte de cet accord en spécifiant, sous peine de nullité, l'aggravation ou l'atténuation de l'infirmité. — En cas de désaccord, l'affaire est renvoyée devant le tribunal, qui est saisi par la partie la plus diligente et qui statue comme en matière sommaire et ainsi qu'il est dit à l'article 16. — Au cours des trois années pendant lesquelles peut s'exercer l'action en revision, le chef d'entreprise pourra désigner au président du tribunal un médecin chargé de le renseigner sur l'état de la victime. — Cette désignation, dûment visée par le président, donnera audit médecin accès trimestriel auprès de la victime. Faute par la victime de se prêter à cette visite, tout paiement

d'arrérages sera suspendu par décision du président qui convoquera la victime par simple lettre recommandée. — Les demandes prévues à l'article 9 doivent être portées devant le tribunal au plus tard dans le mois qui suit l'expiration du délai imparti pour l'action en revision.

ART. 20 (*texte nouveau*). — 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 premier. — 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 toute autre mode de réparation. — En dehors des cas prévus à l'article 3, la pension ne pourra être remplacée par le paiement d'un capital que si elle n'est pas supérieure à cent francs et si le titulaire est majeur. Ce rachat ne pourra être effectué que d'après le tarif spécifié à l'article 24.

ART. 22. — 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 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 1901. — Le bénéfice de l'assistance judiciaire s'applique de plein droit à l'acte d'appel et le cas échéant à l'acte par lequel est signifié le désistement de l'appel. Le premier président de la Cour, sur la demande qui lui sera adressée à cet effet, désignera l'avoué, puis la Cour dont la constitution figurera dans l'acte d'appel et consultera 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 2101 du Code civil et y sera inscrite sous le n° 6. — Le paiement des indemnités pour incapacité permanente de travail ou accident suivi 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'accident 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.

ART. 25. — Le fonds de garantie institué par l'article 24 de la loi du 9 avril 1924 ainsi que le fonds spécial de prévoyance dit des blessés de la guerre seront alimentés par le produit des taxes ci-après : 1° Une contribution des exploitants assurés perçue sur toutes les primes d'assurance acquittées au titre de la législation des accidents du travail. Cette contribution sera recouvrée en même temps que les primes par les organismes d'assurances et de la caisse nationale d'assurances et versée au fonds de garantie ou au fonds spécial de prévoyance ; — 2° Une contribution des exploitants non assurés, autres que l'État employeur, perçue sur les capitaux constitutifs des rentes mises à leur charge. Cette contribution sera liquidée lors de l'enregistrement des ordonnances, jugements et arrêts allouant lesdites rentes et recouvrée comme en matière d'assistance judiciaire, pour le compte du fonds de garantie et du fonds spécial de prévoyance dit « des blessés de la guerre », par l'administration de l'enregistrement ; le capital constitutif sera déterminé, pour la perception de la contribution, d'après un barème et dans les conditions fixées par un règlement d'administration publique. — Un règlement d'administration publique déterminera les conditions dans lesquelles seront effectués les versements des sociétés d'assurances, des syndicats de garantie et de la caisse nationale d'assurances en cas d'accidents, ainsi que toutes les mesures nécessaires pour assurer l'exécution du présent article. — Toute contravention aux prescriptions de ce règlement sera punie d'une amende de cent à mille francs (100 à 1.000 francs). — Les ordonnances, jugements et arrêts allouant des rentes, en exécution de la loi précitée du 9 avril 1898 et de celle du 25 septembre 1919, devront indiquer si le chef d'entreprise est ou non assuré. — Les organismes d'assurances devront, en outre, acquitter pour la constitution du fonds spécial de prévoyance une contri-

bution fixée suivant les modalités prévues à l'article 27, dernier alinéa, de la loi du 9 avril 1898, modifié par l'article 53 de la loi de finances du 31 juillet 1920; elle devra rester exclusivement à leur charge. — La quotité des taxes prévues à l'article 1^{er} sera modifiée chaque année, par décret, dans les conditions fixées par la loi du 29 mai 1909, sauf pour les deux premières années d'application de la présente loi. Pour ces deux années, le montant des contributions sera de 2 0/0, sur les primes d'assurances et de 4 0/00 sur les capitaux constitutifs, en ce qui concerne le « fonds spécial de prévoyance ». — Pour les deux années visées à l'alinéa précédent, la contribution des organismes d'assurances au fonds spécial de prévoyance est fixée à un vingtième des taxes établies par l'arrêté du ministre du Travail déterminant les frais de contrôle et de surveillance desdits organismes pour l'année 1920.

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'État et astreintes à constituer des réserves ou cautionnements dans les conditions déterminées par un règlement d'administration publique. — Le montant des réserves mathématiques et des 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. A toute époque, un arrêté du ministre du Commerce peut mettre fin aux opérations de l'assureur qui ne remplit pas les conditions prévues par la présente loi ou dont la situation financière ne donne pas des garanties suffisantes pour lui permettre de remplir ses engagements. Cet arrêté est pris après avis conforme du comité consultatif des assurances contre les accidents

du travail, l'assureur ayant été mis en demeure de fournir ses observations par écrit dans un délai de quinzaine. Le comité doit émettre son avis dans la quinzaine suivante. — Le dixième jour, à midi à compter de la publication de l'arrêté au *Journal officiel*, tous les contrats contre les risques régis par la présente loi cessent de plein droit d'avoir effet, les primes restant à payer ou les primes payées d'avance n'étant acquises à l'assureur qu'en proportion de la période d'assurance réalisée, sauf stipulation contraire dans les polices. — Le Comité consultatif des assurances contre les accidents du travail est divisé en deux sections : la première statue sur toutes les affaires d'assurances contre les accidents du travail à l'exception de celles qui ont trait à l'application de la loi du 15 décembre 1922 ; la seconde connaît spécialement des questions relatives aux assurances contre les accidents dans l'agriculture. Elles se réunissent et délibèrent en assemblée plénière sur les questions communes d'application de la législation des accidents du travail. — Sont membres des deux sections : quatre sénateurs et six députés, élus par leurs collègues ; le directeur du contrôle des assurances privées ; le directeur du travail ; le directeur de l'agriculture ; le directeur général de la Caisse des dépôts et consignations ; trois membres agrégés de l'Institut des actuaires français ; un professeur de la Faculté de droit de Paris. — Font, en outre, partie de la première section : le président du Tribunal de commerce de la Seine ou un président de section désigné par lui ; le président de la Chambre de commerce de Paris ou un membre désigné par lui ; deux ouvriers et deux patrons membres du Conseil supérieur du travail et désignés par lui ; deux directeurs ou administrateurs de sociétés mutuelles d'assurances contre les accidents du travail ou de syndicats de garantie, élus par ces sociétés ; deux directeurs ou administrateurs de sociétés anonymes ou en commandite d'assurances contre les accidents du travail ; deux mutilés du travail désignés par la Fédération nationale des mutilés du travail ; quatre personnes spécialement compétentes en matière d'assurances contre les accidents du travail. — Font partie de la deuxième section : un inspecteur des associations agricoles ; un délégué du Conseil supérieur de l'agriculture ; un délégué des chambres d'agriculture ou des offices régionaux agricoles désigné par le Conseil supérieur de l'agriculture ; deux exploitants et deux ouvriers agricoles désignés par le Conseil supérieur de l'agriculture ; quatre directeurs ou administrateurs de sociétés ou caisses mutuelles d'assurances agricoles constituées dans les termes de la loi du 4 juillet 1900, élus par ces sociétés ; deux directeurs ou administrateurs de sociétés d'assurances à primes fixes ou mutuelles contre les accidents du travail ou de syndicats de garantie pratiquant l'assurance contre les accidents agricoles ; deux mutilés du travail agricole désignés par la Fédération nationale des mutilés ; quatre personnes com-

pétentes en matière d'assurances contre les accidents du travail dans l'agriculture. Les frais de toute nature résultant de la surveillance et du contrôle seront couverts au moyen de contributions proportionnelles au montant des primes ou cotisations encaissées et fixées annuellement pour chaque organisme, par arrêté du ministre du travail. La contribution des sociétés ou syndicats de garantie en liquidation sera déterminée d'après le montant total annuel des charges pour règlements de sinistres.

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 ou 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 place.

ART. 30. — Toute convention contraire à la présente loi est nulle de plein droit. Cette nullité, comme la nullité prévue au deuxième alinéa de l'article 16 et au troisième alinéa de l'article 19, peut être poursuivie par tout intéressé devant le tribunal visé auxdits articles. — Toutefois, dans ce cas, l'assistance judiciaire n'est accordée que dans les conditions du droit commun. — La décision qui prononce la nullité fait courir à nouveau, du jour où elle devient définitive, les délais impartis, soit pour la prescription, soit pour la revision. — Sont nulles de plein droit, et de nul effet, les obligations contractées,

pour rémunération de leurs services, envers les intermédiaires qui se chargent, moyennant émoluments convenus à l'avance, d'assurer aux victimes d'accidents ou à leurs ayants droit le bénéfice des instances ou des accords prévus aux articles 15, 16, 17 et 19. — Est passible d'une amende de seize francs à trois cents francs et, en cas de récidive dans l'année de la condamnation, d'une amende de cinq cents francs à deux mille francs, sous réserve de l'application de l'article 463 du Code pénal : 1° tout intermédiaire convaincu d'avoir offert les services spécifiés à l'alinéa précédent ; 2° tout chef d'entreprise ayant opéré, sur le salaire de ses ouvriers ou employés, des retenues pour l'assurance des risques mis à sa charge par la présente loi ; 3° toute personne qui, soit par menace de renvoi, soit par refus ou menace de refus des indemnités dues en vertu de la présente loi, aura porté atteinte ou tenté de porter atteinte au droit de la victime de choisir son médecin ; 4° tout médecin ayant, dans des certificats délivrés pour l'application de la présente loi, sciemment dénaturé les conséquences des accidents.

ART. 31. — Les chefs d'entreprise sont tenus, sous peine d'une amende de un à quinze francs (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 seize à cent francs (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.

Loi du 2 août 1923 étendant le régime de la législation sur les accidents du travail aux gens de maison, domestiques, concierges et serviteurs à gages.

ART. 1^{er}. — Dans le délai de six mois à compter de la promulgation de la présente loi, la législation sur les accidents du travail résultant de la loi du 9 avril 1898 et des lois ultérieures qui l'ont complétée et modifiée, notamment des articles 2, 3 et 6 de la loi du 12 avril 1906, ainsi que des dispositions de la loi du 30 décembre 1922, est étendue aux domestiques, gens de maison, serviteurs à gages, concierges et salariés du même genre à un titre quelconque, attachés ou non à la personne.

ART. 2. — Le salaire servant de base à la fixation des indemnités s'entend uniquement, à l'exclusion de tous autres profits en argent, de la rémunération et des prestations en nature directement allouées par le maître, en exécution du contrat de louage de services. — Toutefois, les rétributions accessoires et habituelles concourant à former le salaire, notamment sous forme d'étrennes,

devront être ajoutées au salaire de base pour le calcul de l'indemnité en cas d'incapacité permanente ou de mort.

B. — ASSURANCES SOCIALES.

Pour les assurances sociales, nos lecteurs voudront bien se reporter à la loi du 5 avril 1928 et au décret du 30 mai 1929, portant Règlement d'administration publique.

Néanmoins, nous avons résumé la loi et les divers règlements parus à ce jour (10 juillet 1930) sous la forme d'un tableau qui contient toutes les dispositions.

I. — *Comment peut-on s'assurer ?*

II. — *Que paie-t-on ?*

III. — *Tableau indiquant les retraites du régime transitoire.*

IV. — *Risques de répartition.*

V. — *Risques de capitalisation.*

I. — Comment peut-on s'assurer ?

1° L'assuré doit être immatriculé.

C'est l'employeur qui doit faire la déclaration au service départemental des assurances sociales, avant le 1^{er} juin 1930, pour tout salarié faisant partie de son personnel au 15 mai 1930.

Postérieurement à l'application de la loi, ces renseignements doivent être fournis dans les huit jours de l'embauchage.

L'assuré, s'il ne veut pas fournir les renseignements concernant sa situation de famille à son employeur, peut adresser directement un bulletin individuel contenant ces renseignements au service départemental des assurances sociales.

C'est le service départemental qui immatricule et délivre une carte d'assurance qui est adressée à l'assuré par lettre recommandée.

2° L'assuré doit être membre d'une caisse d'assurances sociales.

Il peut — mais il n'y est pas obligé — choisir sa caisse. Le choix qu'il fait est valable au moins un an, dans les deux premières années après l'application de la loi, ensuite il sera valable pour deux ans au moins.

Si l'assuré ne choisit pas sa caisse, il est affilié d'office à la caisse départementale pour les risques maladie, maternité, décès et soins aux invalides et à la caisse nationale des retraites pour les risques invalidité et vieillesse.

Si l'assuré fait déjà partie d'une société de secours mutuels, il est présumé adhérer à la caisse d'assurances sociales créée par la Société de secours mutuels. Mais il peut choisir une autre caisse ; il doit faire connaître son choix avant le 1^{er} juin 1930.

CONDITIONS D'INSCRIPTION dans les catégories	PREMIÈRE CATÉGORIE			DEUXIÈME CATÉGORIE		
Salariés gagnant { par jour par an..	au-dessous de 8 francs de 1 à 2.399 francs			de 8 à 14 fr. 99 de 2.399 à 4.499 francs		
Salaire moyen de la catégorie servant de base pour les calculs.....	6 francs			12 francs		
	Employeur	Salarié	Total	Employeur	Salarié	Total
Ce qu'on { par jour ... devra payer { par semaine par mois... par an.....	0,25 1,50 6,00 72,00	0,25 1,50 6,00 72,00	0,50 3,00 12,00 144,00	0,50 3,00 12,00 144,00	0,50 3,00 12,00 144,00	1,00 6,00 24,00 288,00

Les salariés chargés de famille, dont le salaire dépasse 15.000 francs seront inscrits aux Assurances sociales, si leur salaire ne dépasse pas 17.000 francs, s'ils ont un enfant de moins de 16 ans, 19.000 francs; s'ils en ont deux, 25.000 francs s'ils en ont trois ou davantage.

Ils paieront alors la cotisation de la cinquième catégorie et la cotisation de leur employeur sera remplacée par un versement forfaitaire fixé par décret, annuellement, et imposé à tous les employeurs

paie-t-on ?

TROISIÈME CATÉGORIE			QUATRIÈME CATÉGORIE			CINQUIÈME CATÉGORIE		
de 15 à 19 fr. 99 de 4.500 à 5.999 francs			de 20 à 31 fr. 99 de 6.000 à 9.599 francs			de 32 à 50 francs de 9.600 à 15.000 francs		
18 francs			24 francs			36 francs		
Employeur	Salarié	Total	Employeur	Salarié	Total	Employeur	Salarié	Total
0,75	0,75	1,50	1,00	1,00	2,00	1,75	1,75	3,50
4,50	4,50	9,00	6,00	6,00	12,00	10,00	10,00	20,00
18,00	18,00	36,00	24,00	24,00	48,00	40,00	40,00	80,00
216,00	216,00	432,00	288,00	288,00	576,00	480,00	480,00	960,00

pour chaque employé gagnant de 15.000 à 25.000 francs, qu'il soit assuré ou non.

Dans les villes de plus de 200.000 habitants et dans les circonscriptions industrielles qui seront fixées par décret, la cinquième catégorie comprendra tous les salariés gagnant moins de 60 francs par jour ou 18.000 francs par an.

III. — Tableau indiquant les Retraites du Régime transitoire.

Après un versement de : On obtient une re- traite de :	PREMIÈRE	DEUXIÈME	TROISIÈME	QUATRIÈME	CINQUIÈME
	CATÉGORIE	CATÉGORIE	CATÉGORIE	CATÉGORIE	CATÉGORIE
5 ans.....	600	600	600	600	720
6 ans.....	600	600	600	600	864
7 ans.....	600	600	600	672	1.008
8 ans.....	600	600	600	768	1.152
9 ans.....	600	600	648	864	1.296
10 ans.....	600	600	720	960	1.440
11 ans.....	600	600	792	1.056	1.584
12 ans.....	600	600	864	1.152	1.728
13 ans.....	600	624	936	1.248	1.872
14 ans.....	600	672	1.008	1.344	2.016
15 ans.....	600	720	1.080	1.440	2.160
20 ans.....	600	960	1.440	1.840	2.880
25 ans.....	600	1.200	1.800	2.300	3.600
30 ans.....	1.220	1.440	2.160	2.880	4.320

Les pensions de vieillesse sont majorées de 1/10 pour les assurés ayant élevé 3 enfants jusqu'à l'âge de 16 ans.

IV. — Risques de Répartition.

RISQUES	LOI DU 5 AVRIL 1928
1. — <i>Maladie</i> :	
A) Prestations en argent..	1 ^{re} catégorie, 3 francs par jour ; 2 ^e catégorie, 6 francs par jour ; 3 ^e catégorie, 9 francs par jour ; 4 ^e catégorie, 12 francs par jour ; 5 ^e catégorie, 18 francs par jour à partir du sixième jour, pendant une période maximum de six mois (s'il y a arrêt momentané du travail et pendant les jours ouvrables). Charges de famille : 1 franc par enfant et par jour.

RISQUES	LOI DU 5 AVRIL 1928
B) Prestations en nature...	Tous les frais de médecine générale et spéciale, dans la limite du tarif établi en tenant compte du tarif syndical des médecins, et avec participation de 15 à 20 0/0 de la part de l'assuré; les frais pharmaceutiques et d'appareils, les frais d'hospitalisation et de traitement dans un établissement de cure et les frais d'interventions chirurgicales, mais avec une participation de 15 0/0 de la part de l'assuré.
C) Assurance de la femme de l'assuré ou du mari de l'assurée et des enfants 2. — <i>Maternité</i> :	Tous les frais dans les mêmes conditions que ci-dessus.
A) Prestations en argent...	Six semaines avant, six semaines après l'accouchement; même allocation qu'en cas de maladie. 4 franc par enfant et par jour.
B) Prestations en nature...	Tous les soins dans les mêmes conditions qu'au cas de maladie.
C) Assurance des femmes d'assurés.....	Tous les soins dans les mêmes conditions qu'au cas de maladie.
D) Primes d'allaitement...	Pour l'assurée qui allaite elle-même : 150 francs par mois pendant les quatre premiers mois; 100 francs pendant le cinquième et le sixième, et 50 francs du septième au neuvième. Bons de lait si l'assurée est dans l'impossibilité physique d'allaiter.
3. — <i>Décès</i>	Versement d'un capital égal à 20 0/0 du salaire moyen de la catégorie à laquelle appartient l'assuré; minimum garanti : 1.000 francs. Majoration de 400 francs par enfant. Pensions d'orphelins à partir du troisième enfant pour les veuves des assurés : 120 francs au minimum.
4. — <i>Soins aux invalides</i>	Pensions d'orphelins pour tous les enfants orphelins de père et de mère : 120 fr. au minimum. Pendant cinq ans mêmes soins qu'au 1° B).
5. — <i>Prestations en nature du conjoint et aux enfants de l'invalidé</i>	Rien quand l'invalidé n'est pas salarié. S'il est salarié, mêmes avantages qu'au 1° C).
6. — <i>Assurance des retraités salariés ou non</i>	Les salariés retraités peuvent s'assurer contre la maladie par un versement de 15 francs par mois, l'Etat versant 6 fr. pour compléter la cotisation.

RISQUES	LOI DU 5 AVRIL 1928
7. — <i>Droits des chômeurs aux assurances sociales.</i>	L'assurance se substitue au chômeur pour le paiement de la double cotisation aux assurances de façon à le maintenir, lui et sa famille, dans tous leurs droits au bénéfice des assurances maladie, maternité, vieillesse, etc... pendant quatre mois.

V. — Risques de Capitalisation.

RISQUES	LOI DU 5 AVRIL 1928
1. — <i>Invalidité.</i>	<p>A. — A l'expiration du délai de six mois prévu pour la maladie, l'assuré atteint d'une affection réduisant des 2/3 sa capacité de travail a droit, à titre provisoire pendant cinq ans, ensuite à titre définitif, à une pension d'invalidité.</p> <p>Deux catégories d'assurés : a) assurés immatriculés avant 30 ans ; b) assurés immatriculés à 30 ans et plus.</p> <p>a) assurés immatriculés avant 30 ans ; pension de première catégorie, 720 francs ; deuxième catégorie, 1.440 francs ; troisième catégorie, 2.160 francs ; quatrième catégorie, 2.880 francs ; cinquième catégorie, 4.320 francs.</p> <p>b) assurés immatriculés à 30 ans et plus : pension réduite de 1/30 par année d'âge comprise entre 30 ans et l'âge à l'entrée dans l'assurance de l'assuré.</p> <p>Pour les assurés âgés de 30 ans et plus au moment de leur immatriculation, ayant cotisé six ans, cette pension ne sera pas inférieure à 1.000 francs.</p> <p>B. — Majoration de 100 francs par enfant à la charge de l'assuré.</p> <p>C. — Pension supprimée si la capacité de travail devient supérieure à 50 0/0.</p>
2. — <i>Vieillesse.</i>	<p>Au bout de 30 ans de versements, pension de : première catégorie, 720 francs ; deuxième catégorie, 1.440 francs ; troisième catégorie, 2.160 francs ; quatrième catégorie, 2.880 francs ; cinquième catégorie, 4.320 francs. Pendant la période transitoire la pension est égale à autant de trentièmes de la pension normale que l'assuré a effectué d'années de versements sans que le chiffre minimum puisse être inférieur à 600 francs après cinq ans de cotisations.</p>

CHAPITRE V

DE LA DURÉE DU TRAVAIL

Lois du 23 avril 1919, art. 6 du livre II du Code du travail.

Dans les établissements industriels et commerciaux ou dans leurs dépendances, de quelque nature qu'ils soient, publics ou privés, laïques ou religieux, même s'ils ont un caractère d'enseignement professionnel ou de bienfaisance, la durée du travail effectif des ouvriers ou employés de l'un ou de l'autre sexe et de tout âge ne peut excéder soit huit heures par jour, soit quarante-huit heures par semaine, soit une limitation équivalente établie sur une période de temps autre que la semaine.

Des règlements d'administration publique déterminent par profession, par industrie, par commerce ou par catégorie professionnelle les délais et conditions d'application de la loi (Voir 2^e partie).

CHAPITRE VI

DU REPOS HEBDOMADAIRE ET DES JOURS FÉRIÉS

Extrait du livre II du Code du travail.

ART. 30. — Les dispositions de la présente section s'appliquent aux employés ou ouvriers occupés dans un établissement industriel ou commercial ou dans ses dépendances, de quelque nature qu'il soit, public ou privé, laïque ou religieux, même s'il a un caractère d'enseignement professionnel ou de bienfaisance. — Toutefois, ces dispositions ne sont pas applicables aux ouvriers et employés des entreprises de transport par eau, non plus qu'à ceux des chemins de fer, dont les repos sont réglés par des dispositions spéciales.

ART. 31. — Il est interdit d'occuper plus de six jours par semaine un même employé ou ouvrier.

ART. 32. — Le repos hebdomadaire doit avoir une durée minimum de vingt-quatre heures consécutives.

ART. 33. — Le repos hebdomadaire doit être donné le dimanche.

ART. 34. — Toutefois, lorsqu'il est établi que le repos simultané, le dimanche, de tout le personnel d'un établissement serait préjudiciable au public ou compromettrait le fonctionnement normal de cet établissement, le repos peut être donné, soit constamment, soit à certaines époques de l'année seulement, ou bien : a) un autre jour que le dimanche à tout le personnel de l'établissement ; — b) du dimanche midi au lundi midi ; — c) le dimanche après-midi avec un repos

compensateur d'une journée par roulement et par quinzaine ; — d) par roulement à tout ou partie du personnel. — Des autorisations nécessaires doivent être demandées et obtenues conformément aux prescriptions des articles ci-après.

ART. 35. — Lorsqu'un établissement quelconque veut bénéficier de l'une des exceptions prévues à l'article précédent, il est tenu d'adresser une demande au préfet du département. Celui-ci doit demander d'urgence les avis du conseil municipal, de la chambre de commerce de la région et des syndicats patronaux et ouvriers intéressés de la commune. Ces avis doivent être donnés dans le délai d'un mois. Le préfet statue ensuite par un arrêté motivé qu'il notifie dans la huitaine.

ART. 36. — L'autorisation accordée à un établissement doit être étendue aux établissements de la même ville faisant le même genre d'affaires et s'adressant à la même clientèle.

ART. 37. — L'arrêté préfectoral peut être déféré au Conseil d'État, dans la quinzaine de sa notification aux intéressés. Le Conseil d'État statue dans le mois qui suit la date du recours, qui est suspensif.

CHAPITRE VII

HYGIÈNE ET SÉCURITÉ DES TRAVAILLEURS

(Extrait du décret du 10 juillet 1913.)

Cabinets d'aisances. — Ils seront nettoyés au moins une fois par jour. Ils seront convenablement éclairés. Ils seront aménagés de manière à ne dégager aucune odeur. Ils ne communiqueront pas avec les locaux fermés où le personnel est appelé à séjourner. Il y aura un cabinet pour cinquante personnes et des urinoirs en nombre suffisant.

Vestiaires avec lavabos. — Les chefs d'établissements doivent mettre à la disposition de leur personnel les moyens d'assurer la propreté individuelle, vestiaires avec lavabos.

Aération. — L'atmosphère des ateliers doit être tenue constamment à l'abri de toute émanation provenant d'égouts, fosses, puisards, fosses d'aisances ou de toute autre source d'infection.

Les locaux fermés affectés au travail seront largement aérés. Ils seront munis de fenêtres ou autres ouvertures à châssis mobiles donnant directement sur le dehors. L'aération doit être suffisante pour empêcher une élévation exagérée de température.

Pendant les interruptions de travail, l'air des locaux doit être entièrement renouvelé.

Eclairage. — Les locaux affectés au travail, leurs dépendances, les passages, les escaliers doivent être convenablement éclairés.

Chauffage. — En hiver, les locaux doivent être convenablement chauffés.

Repas. — Boissons. — Les ouvriers et employés ne peuvent prendre leurs repas dans les locaux affectés au travail qu'en cas de besoin et après enquête par l'inspecteur divisionnaire sous les justifications suivantes :

Que les opérations effectuées ne comportent point l'emploi de substances toxiques ;

Qu'elles ne donnent lieu à aucun dégagement de gaz incommodes, insalubres ou toxiques, ni de poussières ;

Que les autres conditions d'hygiène soient satisfaisantes.

Un règlement intérieur doit limiter les quantités de vin, de bière, de cidre, de poiré, d'hydromel non additionnées d'alcool qui peuvent être introduites et détermine les heures et conditions auxquelles la consommation reste autorisée.

Propreté. — Les établissements doivent être tenus dans un état constant de propreté.

Machines. — Les machines, mécanismes, appareils de transmission, outils et engins doivent être installés et tenus dans les meilleures conditions possibles de sécurité. Les pièces mobiles des machines et transmissions doivent être munies d'un dispositif protecteur ou séparées des ouvriers, à moins qu'elles ne soient hors de portée de la main.

Il en est de même des courroies ou câbles traversant le sol d'un atelier ou fonctionnant sur des poulies de transmission placées à moins de 2 mètres du sol.

Le maniement à la main des courroies en marche doit être évité par des appareils adaptés aux machines ou mis à la disposition du personnel.

CHAPITRE VIII

EMPLOI DES OUVRIERS ÉTRANGERS

La loi du 11 août 1926 concernant l'emploi des ouvriers étrangers a pour objet d'assurer la production du marché du travail national. (Articles 64, 64 a, 64 b, 64 c, article 98 et article 172 du livre II du Code du travail.)

Il est interdit à toute personne d'employer un étranger non muni de la carte d'identité d'étranger et portant la mention travailleur.

L'étranger embauché ne peut être occupé dans une autre profession que celle indiquée sur la carte d'identité à moins qu'une année ne se soit écoulée depuis la délivrance de cette carte ou qu'il ne soit porteur d'un certificat délivré par un office public de placement.

Il est interdit à tout employeur d'embaucher un travailleur étranger introduit en France avant l'expiration du contrat du travail en

vertu duquel il a été introduit, à moins que le travailleur ne soit porteur d'un certificat du précédent employeur attestant que le contrat de travail a été résilié, qu'une année ne se soit écoulée depuis l'introduction du travailleur, à moins que le travailleur ne soit porteur d'une carte de présentation délivrée par un officier public de placement.

Tout employeur de travailleurs étrangers doit les inscrire sur un registre spécial paginé, comprenant les indications suivantes :

- 1° Date d'entrée dans l'établissement ;
- 2° Date de sortie de l'établissement ;
- 3° Noms et prénoms des travailleurs étrangers
- 4° Nationalité ;
- 5° Lieu et date de naissance ;
- 6° Préfecture qui a délivré la carte ;
- 7° Numéro d'ordre de la carte ;
- 8° Année de délivrance de la carte ;
- 9° Profession inscrite sur la carte ;
- 10° Profession actuelle ;
- 11° Instructions spéciales.

L'employeur qui a contrevenu aux dispositions ci-dessus peut être puni d'une amende de 500 à 1.000 francs pour chaque infraction constatée. Pour la tenue du registre, il peut être puni d'une amende de 5 à 15 francs.

Recrutement des ouvriers étrangers. — L'Union des Industries métallurgiques et minières rappelle à ses adhérents que son *Service de recrutement de main-d'œuvre étrangère* est à leur entière disposition pour leur procurer, par recrutement direct, les *ouvriers spécialistes et manœuvres, polonais, tchécoslovaques, yougo-slaves, hongrois*, dont ils ont besoin et s'emploie, en outre, sur leur désir, à faire aboutir dans les meilleures conditions possibles les demandes d'ouvriers d'autres nationalités qui lui sont adressées.

L'Union fournit à ses adhérents tous renseignements, tous imprimés qui leur sont nécessaires pour l'établissement de leurs demandes de main-d'œuvre étrangère.

Conditions d'introduction et d'emploi des ouvriers étrangers. — *Visa.* — L'introduction des ouvriers étrangers est soumise au visa préalable du ministère du Travail. Ce visa n'est donné que sur avis favorable de l'Office régional de placement du lieu où les travailleurs doivent être employés.

Pour les demandes qui lui sont adressées, l'Union se charge d'obtenir le visa du ministère du Travail, mais ces demandes doivent lui parvenir, munies par les soins de l'employeur, de l'avis favorable de l'Office régional de placement.

Salaires. — Le visa du ministère du Travail n'est accordé que lorsque les salaires portés sur la demande correspondent à ceux

alloués aux ouvriers français de même catégorie, travaillant dans l'établissement.

Débauchage d'ouvriers étrangers. — Le fait, par un employeur, d'employer un ouvrier étranger, introduit aux frais d'un premier employeur et avant que son contrat de travail ne soit expiré, peut donner lieu, de la part des tribunaux, à une allocation de dommages-intérêts au profit du premier employeur (Amiens, 19 avril 1923).

L'employeur conserve, en même temps, son action en dommages-intérêts contre l'ouvrier étranger pour rupture du contrat de travail.

Emploi des ouvriers étrangers recrutés individuellement. — L'article 64 du Code du travail interdit à toute personne d'employer sciemment un étranger non muni du certificat d'immatriculation exigé par la loi du 8 août 1893, interdiction sanctionnée de peines de simple police par l'article 172.

En outre, le décret du 6 juin 1922 oblige les employeurs qui embauchent un ouvrier étranger à s'assurer que celui-ci n'a pas contrevenu aux dispositions qu'il édicte. Ces dispositions sont les suivantes :

Tout travailleur étranger doit, dans les huit jours de son arrivée, signaler sa présence au commissaire de police ou, à défaut, au maire de sa résidence afin d'obtenir, par son intermédiaire, la délivrance d'une carte d'identité dont la création est prévue par le décret.

L'ouvrier qui change de résidence doit, dans les deux jours de son arrivée au lieu de sa nouvelle localité, faire viser sa carte d'identité par le commissaire de police ou, à défaut, par le maire de sa commune.

Le décret du 6 juin 1922 prévoit, du reste, que le préfet pourra refuser la délivrance de la carte d'identité, si le travailleur étranger n'est pas muni d'un titre d'embauchage reconnu valable dans les conditions prévues par les instructions des ministres du Travail et de l'Agriculture, ou s'ils ont fait l'objet d'une enquête défavorable.

Si l'ouvrier a été introduit au moyen d'un contrat, sa carte porte la mention de l'entreprise introductrice, ainsi que la durée pour laquelle l'ouvrier a été primitivement introduit. Lors donc qu'un ouvrier est embauché par un patron, celui-ci doit vérifier que l'ouvrier n'est pas en rupture de contrat. S'il l'était, il faudrait s'assurer que cet ouvrier possède un certificat d'un premier employeur le libérant de tout engagement pour l'exécution des travaux pour lesquels il avait été introduit.

Traités de travail. — Un certain nombre de traités de travail, passés entre la France et d'autres pays, réglementent le recrutement de la main-d'œuvre dans ces pays, et assurent aux ouvriers ainsi recrutés le bénéfice de mesures de protection.

CHAPITRE IX

RELATIONS AVEC LE SERVICE DES MINES

REGISTRES

- 1° Registre d'inscription des enfants de moins de dix-huit ans ;
- 2° Registre destiné à l'inscription des mises en demeure ou des observations faites par l'ingénieur des mines ;
- 3° Registre indiquant la composition nominative des équipes ;
- 4° Registre d'inscription des ouvriers étrangers travaillant à l'entreprise (article 64 c du livre II du Code du travail).

AFFICHES

- 1° Loi de 1898 sur les accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail ;
- 2° Décret du 28 décembre 1909 sur les charges qui peuvent être traînées, portées ou poussées par les enfants et les femmes ;
- 3° Décret du 21 mars 1914 sur les travaux dangereux pour les enfants et les femmes ;
- 4° Noms et adresses des ingénieurs des mines ;
- 5° Horaire du travail ;
- 6° Tableau d'envoi à l'ingénieur des mines des avis de dérogations ;
- 7° Tableau indiquant le personnel auquel s'appliquent les dérogations permanentes ;
- 8° Affiche indiquant le jour du repos hebdomadaire ou la fraction de jour lorsque ce repos est donné collectivement à tout ou partie du personnel ;
- 9° Avis indiquant la capacité en mètres cubes de chaque local de travail ;
- 10° Consigne pour le cas d'incendie.

DOCUMENTS A ENVOYER A L'INGÉNIEUR DES MINES

- 1° Duplicata de l'horaire affiché ;
- 2° Demande de récupération d'heures perdues par suite de chômage collectif ;
- 3° Tableau des dérogations permanentes ;
- 4° Avis de récupération d'heures perdues par suite d'accidents, de cas de force majeure : accidents au matériel, interruption de force motrice, sinistres, etc. ;
- 5° Consignés en cas d'incendie ;
- 6° Liste des chantiers temporaires occupant au moins dix ouvriers pendant plus d'une semaine.

CHAPITRE X

MÉDAILLES DU TRAVAIL

Le ministre du Commerce décerne deux fois par an, à l'occasion du 1^{er} janvier et du 14 juillet, des médailles d'honneur : la médaille trentenaire et la médaille cinquantenaire dans les conditions suivantes :

I. — *La médaille trentenaire* d'argent (décret du 16 juillet 1896).

1^o Aux ouvriers ou employés français qui comptent plus de trente années de services consécutifs dans le même établissement industriel ou commercial français situé en France ou à l'étranger ou qui, ayant trente années de services, justifient n'avoir pu accomplir ces trente années dans le même établissement pour une cause de force majeure absolument indépendante de leur volonté ;

2^o Aux ouvriers occupés dans les établissements d'enseignement technique publics ou privés situés en France dans les palais nationaux, dans les manufactures de l'État, dans les établissements départementaux ou communaux ; aux employés des chantiers de communes et des œuvres utiles aux communes et à l'industrie reconnues comme établissement d'utilité publique ;

3^o Aux ouvriers ou employés français ou indigènes non naturalisés comptant plus de vingt ans de services consécutifs dans un même établissement industriel ou commercial situé en Algérie ou dans les colonies françaises ;

4^o Aux ouvriers qui auront rendu des services exceptionnels à l'industrie, notamment par l'invention de nouveaux procédés de fabrication, sans condition de *durée de services* et sur l'avis du Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Les candidats doivent en outre, aux termes d'une circulaire du 24 février 1913, avoir satisfait aux prescriptions de la loi du 5 avril 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes.

Les demandes sont adressées directement à M. le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, pour les candidats domiciliés dans le département de la Seine, et par l'intermédiaire des préfets, pour ceux qui résident dans les autres départements.

Il est indispensable d'adresser une *demande distincte pour chaque candidat* ; cette demande doit être accompagnée d'un extrait du casier judiciaire du candidat et d'un certificat légalisé du patron.

Les demandes doivent être formulées sur papier timbré et indiquer les noms, prénoms, date et lieu de naissance, profession et domicile des candidats, la nature de leurs services, la date exacte de l'entrée dans la maison ainsi que les nom, profession et adresse du patron pour lequel ils travaillent ou pour lequel ils ont travaillé.

Le temps passé sous les drapeaux n'est pas considéré comme une interruption de service; il entre en ligne de compte à la condition qu'il soit postérieur à l'entrée dans un établissement industriel ou commercial (Chambre des députés, séance du 10 novembre 1897). Mais il n'est pas possible d'ajouter aux services civils les services militaires lorsque ceux-ci ont précédé l'entrée dans l'établissement.

Dans les demandes de médailles pour services exceptionnels, il devra être donné une indication détaillée de ces services (décret du 12 février 1895, art. 2).

II. — *La médaille cinquantenaire, en vermeil* (décret du 18 octobre 1913).

Elle est décernée, en observant les mêmes formalités, aux ouvriers ou employés français comptant au moins cinquante années de services consécutifs dans le même établissement et déjà titulaires de la médaille d'argent. Les demandes formulées dans ce but devront rappeler la date exacte de l'obtention de la médaille trentenaire en argent.



DEUXIÈME PARTIE. — LÉGISLATION SPÉCIALE

DURÉE DU TRAVAIL

ART. 9 (*modifié, L. 24 juin 1919*). — La journée des ouvriers et des employés dans les travaux des mines de combustibles, de quelque nature qu'elles soient, celle des ouvriers et employés occupés dans les travaux des autres mines, des minières et des carrières, ainsi que dans les recherches de mines, ne peut excéder la durée de huit heures, tant pour les ouvriers de l'intérieur que pour ceux occupés à l'extérieur des exploitations.

ART. 10 (*modifié, L. 24 juin 1919*). — En ce qui concerne les ouvriers du fond, cette durée est calculée pour chaque poste et pour chaque catégorie d'ouvriers, depuis l'heure réglementaire de l'entrée dans le puits des premiers ouvriers descendant jusqu'à l'heure réglementaire de l'arrivée au jour des derniers ouvriers remontant. Pour les mines où l'entrée a lieu par galeries, elle est calculée depuis l'arrivée à l'entrée de la galerie d'accès jusqu'au retour au même point.

ART. 11 (*modifié, L. 24 juin 1919*). — Les dispositions des articles précédents ne portent aucune atteinte aux conventions et aux usages équivalant à des conventions qui, dans certaines exploitations, ont fixé pour la journée normale une durée inférieure à celle fixée par les articles précédents.

ART. 12 (*modifié, L. 24 juin 1919*). — Pour les travaux continus, un règlement d'administration publique fixera les conditions du travail, sans que la durée de présence de chaque ouvrier, calculée comme il est dit à l'article 10, puisse excéder quarante-huit heures par semaine et sans que le nombre d'ouvriers visés par ce règlement puisse dépasser 5/0 du nombre d'ouvriers employés dans l'exploitation.

ART. 13 (*modifié, L. 24 juin 1919*). — Par dérogation aux dispositions des articles précédents, la durée de la journée pourra, en cas de guerre ou de tension extérieure, être augmentée au delà de huit heures. Ces dérogations seront décidées par le ministre chargé des mines, sous sa responsabilité.

TRAVAIL DE NUIT DES ENFANTS

(Extrait du livre II du Code du travail.)

ART. 27. — Par dérogation aux articles 21 et 22, le travail des enfants du sexe masculin, dans les travaux souterrains des mines, minières et carrières, est autorisé à partir de quatre heures et jusqu'à vingt-deux heures quand il est réparti entre deux postes d'ouvriers. Le travail de chaque équipe doit être coupé par un repos d'une demi-heure au moins.

ART. 28. — Dans les mines spécialement désignées par des règlements d'administration publique comme exigeant, en raison de leurs conditions naturelles, une dérogation aux articles 21 et 22, ces règlements peuvent permettre le travail des enfants du sexe masculin à partir de quatre heures du matin et jusqu'à minuit.

EMPLOI DES FILLES ET DES FEMMES

Les filles et les femmes ne peuvent être employées aux travaux souterrains des mines, minières et carrières (art. 55 du livre II du Code du travail).

DÉLÉGUÉS MINEURS

ART. 120. — Des délégués à la sécurité des ouvriers mineurs sont institués pour visiter les travaux souterrains des mines, minières ou carrières, dans le but d'en examiner les conditions de sécurité pour le personnel qui y est occupé et, d'autre part, en cas d'accident, les conditions dans lesquelles cet accident se serait produit. — Ces délégués sont en outre chargés de signaler, dans les formes prévues à l'article 130 ci-après, les infractions aux dispositions concernant le travail des enfants et des femmes, la durée du travail et le repos hebdomadaire, relevées par eux au cours de leurs visites.

Circonscriptions. — ART. 121. — Un délégué et un délégué suppléant exercent leurs fonctions dans une circonscription souterraine dont les limites sont déterminées par un arrêté du préfet, rendu sous l'autorité du ministre des Travaux publics, après rapport des ingénieurs des mines, l'exploitant et un représentant des ouvriers entendus.

ART. 122. — Tout ensemble de puits, galeries et chantiers dépendant d'un même exploitant et dont la visite détaillée n'exige pas plus de six jours ne constitue qu'une seule circonscription. — Les autres exploitations sont subdivisées en deux, trois, etc., circonscriptions, selon que la visite n'exige pas plus de douze, dix-huit, etc., jours. — Un même arrêté statue sur la délimitation des diverses circonscriptions entre

lesquelles est ainsi divisé, s'il y a lieu, l'ensemble des puits, galeries et chantiers voisins dépendant d'un même exploitant, sous le territoire d'une même commune ou de plusieurs communes contiguës.

ART. 123. — A toute époque, le préfet peut, par suite de changements survenus dans les travaux, modifier, sur le rapport des ingénieurs des mines, l'exploitant, le délégué mineur et le représentant des ouvriers entendus, le nombre et les limites des circonscriptions.

ART. 124. — A l'arrêté préfectoral est annexé un plan donnant la délimitation de chaque circonscription et portant les limites des communes sous le territoire desquelles elle s'étend. Ce plan est fourni par l'exploitant en triple expédition, sur la demande du préfet, et conformément à ses indications. — L'arrêté préfectoral est notifié dans la huitaine à l'exploitant auquel est remis en même temps un des plans annexés audit arrêté. — Ampliation de l'arrêté préfectoral, avec un des plans annexés, reste déposée à la mairie de la commune qui est désignée dans l'arrêté parmi celles sous lesquelles s'étendent les circonscriptions qu'il délimite; elle y est tenue, sans déplacement, à la disposition de tous les intéressés.

ART. 125. — Un arrêté du préfet, rendu sur le rapport des ingénieurs des mines, le représentant des ouvriers entendu, peut dispenser de délégués toute concession de mines, ou tout ensemble de concessions de mines contiguës, ou tout ensemble de travaux souterrains de minières ou carrières, qui, dépendant d'un même exploitant, emploierait moins de vingt-cinq ouvriers travaillant au fond.

Fonctions des délégués mineurs. — ART. 126. — Le délégué doit visiter deux fois par mois tous les puits, galeries et chantiers de sa circonscription. Il visitera également les appareils servant à la circulation et au transport des ouvriers.

ART. 127. — Il doit, en outre, procéder sans délai à la visite des lieux où est survenu un accident ayant occasionné la mort ou des blessures graves à un ou plusieurs ouvriers, ou pouvant compromettre la sécurité des ouvriers. Avis de l'accident doit être donné sur-le-champ au délégué par l'exploitant.

ART. 127 bis. — Si le délégué estime que l'exploitation présente dans le chantier ou le quartier qu'il vient de visiter un danger certain au point de vue de la sécurité ou de l'hygiène, soit par suite de l'inapplication des lois ou règlements en vigueur ou pour toute autre cause, il doit en aviser immédiatement par écrit l'exploitant ou son représentant, qui fera constater, en présence du délégué, l'état de choses signalé par ce dernier et prendra sous sa responsabilité les mesures appropriées.

ART. 127 ter. — Chaque année, le délégué mineur adresse à l'ingénieur des mines un rapport faisant connaître son opinion sur les mesures à prendre en ce qui concerne la sécurité des ouvriers mineurs et donnant ses suggestions d'ordre strictement professionnel tendant

à favoriser le développement de la production. — Ce rapport est communiqué à l'exploitant qui fait connaître dans le délai d'un mois la suite qu'il compte donner aux observations du délégué. — L'ingénieur des mines en rend compte dans son rapport annuel de surveillance.

ART. 128. — Le délégué, dans ses visites, est tenu de se conformer à toutes les mesures prescrites par les règlements en vue d'assurer l'ordre, la sécurité et l'hygiène dans les travaux.

ART. 129. — Le délégué suppléant ne remplace le délégué qu'en cas d'empêchement motivé de celui-ci, sur l'avis que le délégué en a donné tant à l'exploitant qu'au délégué suppléant.

ART. 130. — Les observations relevées par le délégué dans chacune de ses visites doivent être, le jour même ou au plus tard le lendemain, consignées par lui sur un registre spécial fourni par l'exploitant et constamment tenu sur le carreau de l'exploitation à la disposition des ouvriers. — Le délégué inscrit sur le registre les heures auxquelles il a commencé et terminé sa visite, ainsi que l'itinéraire suivi par lui. — L'exploitant peut consigner ses observations et dires sur le même registre, en regard de ceux du délégué. — Des copies des uns et des autres sont immédiatement et respectivement envoyées par les auteurs au préfet, qui les communique aux ingénieurs des mines.

ART. 131. — Lors de leurs tournées, les ingénieurs des mines et les contrôleurs des mines doivent viser le registre de chaque circonscription. Ils peuvent toujours se faire accompagner dans leurs visites par le délégué de la circonscription.

ART. 132. — Lorsqu'un ingénieur ou un contrôleur, au cours d'une enquête, a été accompagné par un délégué mineur, les constatations matérielles, relevées au cours de la visite par l'ingénieur ou le contrôleur et concernant des faits signalés par le délégué dans son rapport, sont consignées sur le registre du délégué.

ART. 133. — Les compagnies minières sont tenues de mettre à la disposition des délégués mineurs le registre des travaux d'avancement journalier de chaque circonscription minière, mais seulement dans les parties qui concernent exclusivement la sécurité des ouvriers mineurs.

Élections. — ART. 134. — Le délégué et le délégué suppléant sont élus au scrutin de liste dans les formes prévues aux articles suivants.

ART. 135. — Sont électeurs dans une circonscription les ouvriers qui y travaillent au fond, à la condition : 1° D'être Français et de jouir de leurs droits politiques ; — 2° D'être inscrits sur la feuille de la dernière paye effectuée pour la circonscription avant l'arrêté de la convocation des électeurs.

ART. 136. — Sont éligibles dans une circonscription, à la condition de savoir lire et écrire et, en outre, de n'avoir jamais encouru de condamnation pour infraction aux dispositions soit du présent cha-

pitre, soit de la loi du 21 avril 1810 et du décret du 3 janvier 1913, soit des articles 414 et 415 du Code pénal : — 1° Les électeurs ci-dessus désignés, âgés de vingt-cinq ans accomplis, travaillant au fond depuis cinq ans au moins, et depuis deux ans au moins dans la circonscription ou dans l'une des circonscriptions voisines dépendant du même exploitant ; — 2° Les anciens ouvriers domiciliés dans les communes sous le territoire desquelles s'étend l'ensemble des circonscriptions comprises avec la circonscription en question dans le même arrêté de délimitation, conformément à l'article 122, à la condition qu'ils soient âgés de vingt-cinq ans accomplis, qu'ils soient Français, qu'ils jouissent de leurs droits politiques, qu'ils aient travaillé au fond pendant cinq ans au moins, dont deux années dans les circonscriptions ci-dessus, et qu'ils n'aient pas cessé d'y être employés depuis plus de dix ans, soit comme ouvriers du fond, soit comme délégués ou délégués suppléants ; — 3° Les anciens ouvriers ne seront éligibles que s'ils ne sont pas déjà délégués pour une autre circonscription quelle qu'elle soit.

ART. 137. — Pendant les deux premières années qui suivent l'ouverture d'une nouvelle exploitation, peuvent être élus les électeurs justifiant de cinq ans de travail au fond, dans une mine, minière ou carrière souterraine de même nature. — Les délégués élus ne peuvent être débitants lorsqu'ils touchent un salaire correspondant à vingt journées de travail mensuel.

ART. 138. — Dans les huit jours qui suivent la publication de l'arrêté préfectoral convoquant les électeurs, la liste électorale de la circonscription, dressée par l'exploitant, est remise par lui en trois exemplaires au maire de chacune des communes sous lesquelles s'étend la circonscription. Le maire fait immédiatement afficher cette liste à la porte de la mairie et dresse procès-verbal de cet affichage ; il envoie les deux autres exemplaires au préfet et au juge de paix avec copie du procès-verbal d'affichage. Dans le même délai de huit jours, l'exploitant fait afficher ladite liste aux lieux habituels pour les avis donnés aux ouvriers et remet les cartes électorales au maire de la commune désignée comme lieu de vote. Ces cartes déposées à la mairie sont retirées par les électeurs.

ART. 139. — Si l'exploitant ne fait pas afficher la liste électorale et ne la remet pas au maire, ainsi que les cartes électorales, dans les délais et conditions ci-dessus prévus, le préfet fait dresser et afficher cette liste et assure la distribution des cartes électorales, le tout aux frais de l'exploitant, sans préjudice des peines qui pourront être prononcées contre ce dernier en vertu de l'article 180.

ART. 140 (*modifié, L. 4 mars 1913*). — En cas de réclamation des intéressés, le recours doit être formé cinq jours au plus après celui où l'affichage a été effectué par le maire le moins diligent, devant le juge de paix, qui statue d'urgence et en dernier ressort. — Si une circonscription s'étend sous deux ou plusieurs cantons, le juge de paix

compétent est celui dont le canton comprend la mairie de la commune désignée comme lieu du vote par l'arrêté préfectoral de convocation des électeurs.

ART. 141. — Les électeurs d'une circonscription sont convoqués par un arrêté du préfet. — L'arrêté doit être publié et affiché dans les communes sous le territoire desquelles s'étend la circonscription, quinze jours au moins avant l'élection, qui doit toujours avoir lieu un dimanche. — L'arrêté fixe la date de l'élection, ainsi que les heures auxquelles sera ouvert et fermé le scrutin. — Le vote a lieu à la mairie de la commune désignée par l'arrêté de la convocation parmi celles sous le territoire desquelles s'étend la circonscription.

ART. 142. — Le bureau électoral est présidé par le maire, qui prend comme assesseurs le plus âgé et le plus jeune des électeurs présents au moment de l'ouverture du scrutin, et, à défaut d'électeurs présents ou consentant à siéger, deux membres du conseil municipal.

ART. 143. — Chaque bulletin porte deux noms avec l'indication de la qualité de délégué ou de délégué suppléant à chaque candidat. — Le vote a lieu, sous peine de nullité, sous enveloppe d'un type uniforme déposé à la préfecture. — Avant de déposer son vote, l'électeur doit passer par un compartiment d'isolement où il puisse mettre son bulletin sous enveloppe. — L'exploitant ne peut se faire représenter simultanément dans le local de vote, pendant les opérations électorales, par plus de deux personnes.

ART. 144. — Nul n'est élu au premier tour de scrutin s'il n'a obtenu la majorité absolue des suffrages exprimés et un nombre de voix au moins égal au quart du nombre des électeurs inscrits. — Au deuxième tour de scrutin, la majorité relative suffit, quel que soit le nombre des votants. — En cas d'égalité de suffrages, le plus âgé des candidats est élu. — Si un second tour de scrutin est nécessaire, il y est procédé le dimanche suivant, dans les mêmes conditions de forme et de durée.

ART. 145. — Peut être annulée, toute élection dans laquelle les candidats élus auraient influencé le vote en promettant de s'immiscer dans des questions ou revendications étrangères à l'objet des fonctions de délégué, telles qu'elles sont définies à l'article 120.

ART. 146. — Après le dépouillement du scrutin, le président proclame le résultat du vote; il dresse et transmet au préfet le procès-verbal des opérations.

ART. 147. — Les protestations doivent être consignées au procès-verbal ou être adressées, à peine de nullité, dans les trois jours qui suivent l'élection, au préfet, qui en accuse réception. — Les exploitants peuvent, comme les électeurs, adresser dans le même délai leurs protestations au préfet.

ART. 148. — En cas de protestation ou si le préfet estime que les conditions prescrites par la loi ne sont pas remplies, le dossier est

transmis, au plus tard le cinquième jour après l'élection, au conseil de préfecture, qui doit statuer dans les huit jours suivants.

ART. 149. — En cas d'annulation, il est procédé à l'élection dans le délai d'un mois.

ART. 150. — Les délégués et délégués suppléants sont élus pour trois ans ; toutefois, ils doivent continuer leurs fonctions tant qu'ils n'ont pas été remplacés. — A l'expiration des trois ans, il est procédé à de nouvelles élections dans le délai d'un mois.

ART. 151. — Il est pourvu dans le mois qui suit la vacance au remplacement du délégué ou du délégué suppléant décédé ou démissionnaire, ou révoqué, ou déchu des qualités requises pour l'éligibilité. — Le nouvel élu est nommé pour le temps restant à courir jusqu'au terme qui est assigné aux fonctions de celui qu'il remplace.

ART. 152. — Il devra être procédé à de nouvelles élections pour les circonscriptions qui seront créées ou modifiées par application du paragraphe 4 de l'article 123. — Dans tous les cas où une élection doit avoir lieu pendant une suspension de l'exploitation résultant soit d'un accident, soit d'une coalition autorisée par la loi du 25 mai 1864, l'élection est renvoyée à un mois après la reprise normale de l'exploitation.

Dispositions spéciales. — ART. 153. — Tout délégué ou délégué suppléant peut, pour négligence grave ou abus dans l'exercice de ses fonctions, ou à la suite de condamnation qui le rendrait inéligible, être suspendu pendant trois mois au plus, par arrêté du préfet, pris après enquête, sur avis motivé de l'ingénieur des mines, le délégué entendu. — L'arrêté de suspension est, dans la quinzaine, soumis par le préfet au ministre du Travail, lequel peut lever ou réduire la suspension et, s'il y a lieu, prononcer la révocation du délégué. — Les délégués et délégués suppléants révoqués ne peuvent être réélus avant un délai de trois ans.

ART. 154. — Les visites prescrites par la présente loi sont payées par le Trésor au délégué comme journées de travail.

ART. 155. — Au mois de décembre de chaque année, le préfet, sur l'avis de l'ingénieur des mines, l'exploitant et le délégué entendu, fixe, pour l'année suivante et pour chaque circonscription, le nombre maximum des journées que le délégué doit employer à ses visites et le prix de la journée. Il fixe également le minimum de l'indemnité mensuelle pour les circonscriptions comprenant au plus 250 ouvriers. — Dans les autres cas, l'indemnité à accorder aux délégués pour les visites réglementaires est calculée sur un nombre de journées double de celui des journées effectivement employées aux visites, sans que ce nombre double puisse être inférieur à vingt.

(Ajouté, L. 24 juin 1919). — Dans le maximum prévu par l'alinéa premier, ne sont pas comprises les journées employées par les délégués mineurs à la surveillance de l'application des articles 9 à 13.

(Modifié, L. 24 juin 1919). — Les visites supplémentaires faites par un délégué soit pour accompagner les ingénieurs ou contrôleurs des mines, soit à la suite d'accidents, soit pour la surveillance de l'application des articles 9 à 13, lui sont payées, en outre, et au même prix, sans que pourtant l'indemnité mensuelle puisse jamais être supérieure au prix de trente journées de travail.

ART. 156. — Le délégué dresse mensuellement un état des journées employées aux visites tant par lui-même que par son suppléant. Cet état est vérifié par les ingénieurs des mines et arrêté par le préfet. — La somme due à chaque délégué lui est payée par le Trésor, sur mandat mensuel délivré par le préfet. — Les frais avancés par le Trésor sont recouverts sur les exploitants comme en matière de contributions directes.

ART. 157. — Les exploitations de mines, minières et carrières à ciel ouvert pourront, en raison des dangers qu'elles présenteront, être assimilées aux exploitations souterraines pour l'application de la présente loi, par arrêté du préfet, rendu sur le rapport des ingénieurs des mines, l'exploitant et le représentant des ouvriers entendus.

CAISSE AUTONOME DE RETRAITE DES OUVRIERS MINEURS

Cette caisse a été créée par la loi du 25 février 1914, modifiant la loi du 29 juin 1894, et que la loi du 23 novembre 1918 et du 24 décembre 1923 ont amendée.

Les exploitants sont astreints à verser chaque mois, à la caisse, pour la formation du capital constitutif des pensions de retraites, une somme égale à 4 0/0 du salaire des ouvriers et employés, dont : 2 0/0 à leur charge exclusive et 2 0/0 à prélever sur les salaires inférieurs à 12.000 francs.

Les versements sont inscrits sur un livret individuel au nom de chaque ouvrier et employé ; ceux-ci pouvant joindre à ces versements obligatoires des versements facultatifs.

Pour avoir droit aux allocations et majorations fournies par l'État et le fonds des majorations, tout ouvrier mineur devra justifier de trente années de travail salarié dans des mines françaises, sans que le nombre total de journées puisse être inférieur à 7.20 journées.

Les journées de repos pour blessures et maladies seront comptées comme journées de travail : les caisses de secours verseront, au compte de l'ouvrier, une somme équivalente à 5 0/0 de l'indemnité journalière prévue par les règlements de ces caisses, par journée de repos occasionnée par la blessure ou la maladie, sauf les cas d'accidents régis par la loi du 9 avril 1898.

Chaque ouvrier mineur de nationalité française a droit, après cin-

quante-cinq ans d'âge et trente années de travail, à une allocation annuelle de 100 francs.

Tous les ouvriers mineurs, leurs veuves et leurs enfants ont droit, en outre, à tous les avantages inscrits dans la loi des 5 avril 1910 et 27 février 1912.

Outre le versement mensuel de 4 0/0 dont il est parlé plus haut, la caisse dispose d'un fonds spécial qui est alimenté :

« 1° Par un prélèvement sur le salaire de tout ouvrier ou employé occupé à la mine et dont le taux est fixé, chaque année, par le conseil d'administration de la caisse, sans pouvoir dépasser 2 1/2 0/00 ;

« 2° Par un versement patronal égal à celui des ouvriers.

« Ces versements sont faits en même temps et de la même manière que ceux prévus à l'article 4 ;

« 3° Par une contribution annuelle de l'État équivalant aux charges qui résulteraient pour lui de l'affiliation des ouvriers et employés des mines aux retraites ouvrières et paysannes, étant entendu que cette contribution ne sera pas inférieure à 1 0/0 du montant des salaires des ouvriers et employés travaillant à la mine ;

« 4° Par des dons et legs et par les revenus des fonds placés ;

« 5° Par une part égale à la moitié des offres spontanées faites par les concessionnaires, en vue d'obtenir les actes de concessions signés après le 1^{er} février 1912. Ce fonds spécial est destiné :

« 1° A faire face aux frais d'administration de la caisse ;

« 2° A majorer d'un pourcentage, qui sera périodiquement fixé par le conseil d'administration de la caisse, avec approbation du ministre du Travail, les pensions dont sont bénéficiaires les ouvriers et employés des mines qui justifient de trente années de travail dans les mines, sans que, toutefois, la retraite totale puisse être inférieure à 2.000 francs.

« Pour le calcul de ladite majoration, il est fait état des rentes constituées au nom de l'intéressé, tant à la caisse autonome qu'à la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse, au titre de la loi du 29 juin 1894, en faisant entrer chacune de ces rentes en ligne de compte pour le montant qu'elle aurait atteint si tous les versements avaient été effectués à capital aliéné.

« Entrent également en compte, mais seulement jusqu'à concurrence de 630 francs au maximum, les pensions dues à l'intéressé, soit par une compagnie minière, en vertu des articles 21 et 22 de la loi du 29 juin 1894, soit par une caisse de liquidation, par application des articles 24 et 25 de la même loi.

« Peuvent seuls prétendre au bénéfice intégral des dispositions du présent paragraphe les ouvriers et employés occupés dans une mine française à l'âge de cinquante-cinq ans. Pour les ouvriers et employés ne remplissant pas cette condition, la majoration ne pourra porter leur pension au delà du taux de 2.000 francs ;

« 3° A accorder aux veuves des pensionnés visés au paragraphe 2 ci-dessus, âgées d'au moins cinquante-cinq ans, ou lorsqu'elles atteindront cet âge, une majoration destinée à porter les pensions dont elles sont bénéficiaires à un chiffre égal à la moitié de la pension de leur mari, calculée comme il est dit ci-dessus.

« Pour le calcul de ladite majoration, il n'est fait état que jusqu'à concurrence de 365 francs, des pensions servies aux intéressés par application des dispositions des articles 21 et suivants de la loi susvisée du 29 juin 1894 ;

« 4° A accorder aux veuves âgées de cinquante-cinq ans des ouvriers et employés décédés avant l'âge de cinquante-cinq ans, mais justifiant de trente ans de travail salarié dans les mines françaises, une majoration destinée à porter les pensions dont elles sont titulaires au chiffre de 1.000 francs, lesdites pensions entrant en compte comme il est indiqué ci-dessus ;

« 5° A verser des allocations ou à majorer les pensions dont sont bénéficiaires les ouvriers et employés justifiant d'au moins quinze ans de travail dans les mines françaises, ces pensions entrant en compte comme il est dit au deuxième alinéa du paragraphe 2° ci-dessus.

« Le tarif des allocations et pensions majorées est établi par le conseil d'administration de la caisse autonome, de telle sorte que l'annuité servant de base à la détermination du taux des pensions soit progressive, en raison du nombre des années de travail à la mine. Le taux desdites pensions ne pourra, toutefois, être inférieur à 600 francs pour quinze années de mine, ni supérieur à 1.500 francs pour vingt-neuf années ;

« 6° A servir aux veuves âgées d'au moins cinquante-cinq ans, ou lorsqu'elles atteindront cet âge, des ouvriers ayant effectué quinze ans au moins de travail dans les mines, quel que soit l'âge atteint par eux au moment de leur décès, une retraite égale à la moitié de la pension majorée prévue au barème visé à l'alinéa 2 du paragraphe 5° ci-dessus pour les ouvriers qui ont effectué le même temps de travail à la mine que leur mari.

« Les pensions dont les intéressés seront titulaires entrèrent en compte dans le montant de ladite retraite ;

« 7° A assurer, en cas de décès, aux orphelins de moins de seize ans et aux veuves sans enfants de moins de seize ans des ouvriers morts en cours d'acquisition de pension, des allocations qui pourront égaler celles prévues par l'article 6 de la loi du 5 avril 1910.

« Une allocation de même taux est attribuée aux orphelins de moins de seize ans et aux veuves sans enfants de moins de seize ans des ouvriers pensionnés.

« Toutefois, l'allocation à attribuer aux veuves des ouvriers retraités par application des dispositions du paragraphe 5 du présent article est fixée aux chiffres ci-après :

« 75 francs si le mari a effectué de quinze à vingt ans de travail dans les mines

« 100 francs si le mari a effectué de vingt et un à vingt-cinq ans de travail dans les mines ;

« 125 francs si le mari a effectué de vingt-six à vingt-neuf ans de travail dans les mines.

« Les majorations et allocations des veuves visées aux paragraphes 3, 4, 6 et 7 de l'article 10 *b* ne sont attribuables que s'il n'y a point eu divorce ou séparation de corps prononcé aux torts exclusifs de la femme et si le mariage est de trois ans au moins antérieur à l'époque où les versements ont cessé d'être effectués au compte individuel d'assurance ouvert au mari, soit à la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse par application du titre II de la loi du 29 juin 1894, soit à la caisse autonome par application de l'article 4 de la présente loi. Toutefois, aucune condition de mariage n'est exigible s'il existe un enfant né des conjoints au moment de la cessation du travail du mari. Lorsque la cessation du travail du mari est la conséquence d'un accident du travail, il suffit que le mariage soit antérieur à l'accident.

« Lesdites majorations et allocations ne peuvent être cumulées avec une retraite personnelle acquise par application de la législation de retraite des ouvriers mineurs que dans la limite maximum de 2.000 francs fixée au paragraphe 2^e de l'article 10 *b*.

« En cas de remariage, elles cessent d'être versées aux veuves ; toutefois, celles-ci bénéficient d'un versement immédiat et égal à trois annuités de la majoration ou de l'allocation qui leur était attribuée.

« Pour la détermination du droit aux allocations et majorations à la charge du fonds spécial, sont seuls considérés comme valables les services justifiés au moyen de certificats établis et déclarés exacts par les exploitants ; ceux effectués postérieurement au 1^{er} juillet 1895 seront contrôlés au moyen des versements effectués au compte individuel d'assurance ouvert aux intéressés à la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse ou à la Caisse autonome, en exécution de la loi du 29 juin 1894 et de la présente loi, ou qui ont donné droit à une pension servie, soit par une exploitation minière, soit par une caisse de liquidation, par application des articles 21 et 22 ou 24 et 25 de la loi susvisée du 29 juin 1894.

« Dans le cas où, par suite de circonstances exceptionnelles, les services des intéressés ne pourront être certifiés par les exploitants, le conseil d'administration sera seul juge de la valeur probante des attestations produites.

« Les périodes de travail effectuées par les intéressés, ainsi que les périodes de repos pour blessures ou pour maladie, ayant donné lieu à paiement de l'indemnité statutaire obligatoire de maladie, attribuée au taux plein, entrent en compte pour leur durée effective, sous ré-

serve que la moyenne des journées de travail et de maladie, pour l'ensemble de ces périodes, corresponde à 264 jours par an.

« Lorsque cette moyenne ne sera pas atteinte, le nombre des années de travail entrant en compte sera déterminée en divisant par 264 le nombre total des journées de travail ou de repos pour blessures et maladie. »

Les ouvriers et employés des mines qui, après avoir reçu les soins d'une société de secours pendant six mois, sont atteints d'une incapacité de travail, minier ou autre, au moins égale aux deux tiers et qui justifient avoir effectué dix années de travail dans les mines françaises, représentant au moins 2.640 journées de travail ou de maladie, dont 500 au moins de travail effectif durant les deux années qui ont précédé le début de la maladie ou la survenance de l'infirmité ou de l'accident qui ont entraîné l'incapacité de travail, ont droit aux prestations suivantes, tant que leur incapacité subsiste aux taux ci-dessus, savoir :

a. Pendant une période de cinq années commençant à l'expiration du sixième mois d'incapacité de travail, à une allocation mensuelle de 125 francs, dont 30 francs à la charge de la société de secours à laquelle ils sont affiliés et 95 francs à la charge de la Caisse autonome de retraites des ouvriers mineurs.

La part à la charge de la Caisse autonome est avancée par la société de secours, qui en sera remboursée dans les conditions déterminées par le règlement d'administration publique prévu à l'article 12 de la présente loi;

b. A l'expiration de la période ci-dessus, à une pension annuelle anticipée de 1.500 francs.

En vue de l'attribution de la pension visée au paragraphe précédent, le compte individuel d'assurance vieillesse des intéressés est liquidé et la réserve mathématique correspondante est portée à un compte individuel d'assurance invalidité ouvert au nom des intéressés.

Les rentes à inscrire au compte d'assurance invalidité sont constituées à capital aliéné. Elles sont fixées d'après un tarif spécial établi aux taux d'intérêt du tarif d'assurance vieillesse et suivant une table d'extinction des pensions d'invalidité.

Lorsque la rente d'invalidité figurant au compte individuel est inférieure au montant de la pension à attribuer, un complément de pension est alloué jusqu'à concurrence de ce chiffre. Ce complément est à la charge du fonds spécial.

La fraction de la rente d'invalidité qui dépasse éventuellement le chiffre de pension à attribuer n'est servie aux intéressés que jusqu'à concurrence de la rente immédiate qui résulterait pour eux de l'application au même âge des tarifs d'assurance vieillesse.

Dans le cas où l'intéressé a une rente en cours d'acquisition, soit à la Caisse nationale des retraites pour la vieillesse, soit à une caisse

de liquidation, soit à une institution patronale, qui ne lui sera délivrée qu'ultérieurement, il est procédé, au moment de la délivrance de ladite rente, à une réduction correspondante de la majoration précédemment attribuée.

Si l'intéressé atteint l'âge de cinquante cinq ans durant la période pendant laquelle il reçoit l'allocation mensuelle, cette allocation cesse de lui être servie et il est procédé, sur sa demande, à la liquidation de sa pension de vieillesse.

Ne donnent pas droit au bénéfice du présent article :

1° Les maladies, blessures rentrant dans l'un des cas régis par les dispositions législatives applicables aux accidents du travail et aux maladies d'origine professionnelle ;

2° Les maladies, blessures et infirmités résultant soit d'une faute intentionnelle, soit d'un crime ou d'un délit commis par l'ouvrier ou l'employé.

Dans le cas où il est constaté que, par suite de l'amélioration de son état de santé, l'ouvrier retraits a recouvré une capacité de travail de plus d'un tiers, il est procédé au retrait de ses pension et majoration, ainsi qu'au transfert à son compte d'assurance vieillesse des réserves mathématiques correspondant à la rente d'invalidité dont il est bénéficiaire ; le retrait ne prendra date que du jour de la décision définitive.

Les statuts des sociétés de secours pourront prévoir l'attribution de soins médicaux et pharmaceutiques aux ouvriers ou employés qui sont bénéficiaires d'une allocation mensuelle ou d'une pension d'invalidité, en vertu de la présente loi.

Est prolongée jusqu'à l'année 1932 incluse la période pendant laquelle le Conseil d'administration de la Caisse autonome est autorisé, conformément à l'article 10 de la loi du 9 mars 1920, à fixer annuellement la répartition de l'ensemble des versements affectés tant à l'alimentation du fonds spécial qu'à la constitution des pensions, sans que le taux du versement affecté à celle-ci puisse être abaissé au-dessous de 3 0/0.

A titre transitoire, peuvent prétendre au bénéfice de l'allocation mensuelle ou de la pension prévue à l'article 2 ci-dessus, les ouvriers et employés des mines remplissant les conditions prévues audit article, devenus invalides antérieurement à la promulgation de la présente loi, à condition :

1° Qu'ils aient un compte ouvert à la Caisse autonome et que, depuis le 1^{er} septembre 1914 jusqu'au début de la dernière maladie ou de la survenance de l'accident ou de l'infirmité qui a entraîné leur incapacité de travail, ils aient effectué une moyenne annuelle d'au moins 250 journées de travail effectif :

2° Qu'ils n'aient pas atteint l'âge de cinquante-cinq ans au moment de la promulgation de la présente loi.

3^e Que depuis le jour où l'indemnité journalière a cessé de leur être servie par la société de secours, ils n'aient effectué aucun travail salarié.

Les allocations déjà attribuées, par application de la législation en vigueur, aux ouvriers et employés atteints d'invalidité absolue seront portées au taux prévu par la présente loi. Ce relèvement ne sera toutefois attribué qu'aux ouvriers ayant effectué au moins dix ans de travail dans les mines.

Ne pourront prétendre au bénéfice des dispositions des deux articles ci-dessus, les ouvriers et employés devenus invalides par suite de blessures de guerre et qui perçoivent à ce titre une pension militaire.

Guide pour les exploitants. — Pour faciliter la tâche des exploitants qui, n'ayant, pour la plupart, jamais eu l'occasion d'étudier cette loi des retraites ouvrières, l'*Imprimerie administrative centrale* (8, rue de Furstenberg, VI^e, à Paris) met en vente un guide où les directeurs de mines trouveront aisément la solution de toutes les difficultés pratiques auxquelles donne lieu parfois la mise en application de la loi du 25 février 1914 et dont nous extrayons ce qui suit :

Ouverture des comptes. — Au moment de l'embauchage, l'exploitant doit, en vue de l'établissement de la fiche individuelle, exiger de l'ouvrier, quel que soit son sexe ou sa nationalité, et même s'il réside à l'étranger, le certificat d'inscription à la Caisse autonome. Si l'ouvrier ne peut présenter cette pièce, l'exploitant doit la réclamer au directeur de mine qui occupait antérieurement l'ouvrier.

Si l'ouvrier n'est pas encore inscrit à la C. A., l'exploitant doit établir immédiatement un bulletin de renseignements du type ci-après, et inviter l'ouvrier à produire, dans le plus bref délai, un extrait, sur papier libre, de son acte de naissance ou un acte de notoriété établi dans les formes prescrites par l'article 71 du Code civil.

Si l'ouvrier demande la réserve, au profit de ses ayants droit, du capital constitué par les prélèvements sur ses salaires, il doit signer ou faire signer, par deux témoins, la déclaration prévue à cet effet au bas du bulletin de renseignements. Ce bulletin doit parvenir à la C. A. en fin de trimestre; il peut seul mettre la C. A. à même d'établir le certificat d'inscription et d'ouvrir le compte individuel de l'intéressé.

Si l'ouvrier qui se présente à l'embauchage est titulaire d'un livret C. N. R. V., il est inutile de joindre au bulletin de renseignements l'extrait de l'acte de naissance de l'intéressé; il suffit de mentionner le numéro du livret et les conditions de versement (capital aliéné ou réservé).

Les exploitants conservent les certificats d'inscription: ils les remettent aux ouvriers qui quittent la mine.

La fiche individuelle reproduit toutes les indications mentionnées sur le certificat d'inscription. Elle est destinée à recevoir, à la fin de chaque année, l'inscription du nombre des journées de travail et de

MODÈLE.

BULLETIN DE RENSEIGNEMENTS

CAISSE AUTONOME DE RETRAITES
DES OUVRIERS MINEURS

Raison sociale de l'exploitation :

Adresse :

Nom de l'ouvrier :

Prénoms :

Né le

à
département d

Nationalité :

Adresse :



A , le 193 .

LE REPRÉSENTANT DE L'EXPLOITANT,

Pièces jointes :

Conditions de versement : Capital
(mentionner, suivant le cas, aliéné ou réservé.)

Le soussigné demande la réserve du capital au profit de ses ayants droit et sait que sa retraite est, dans ce cas, nécessairement plus faible.

A , le 193 .

(Signature)

Numéro
du livret de la C.N.R.V.

maladie, du montant des salaires, des prélèvements sur les salaires, des contributions patronales, et, le cas échéant, de la part contributive de la caisse de secours et des versements facultatifs. Les sommes portées sur les fiches individuelles doivent concorder avec celles inscrites sur le bordereau détaillé annuel.

Ces fiches sont conservées par l'exploitant et communiquées, par lui, au siège de son exploitation, soit aux ouvriers qu'elles concernent et qui peuvent s'en faire délivrer copie, soit aux ingénieurs des mines qui peuvent les rapprocher des carnets de paye tenus également par l'exploitant.

Versements. — Ils doivent être calculés sur l'intégralité de la rémunération payée à l'ouvrier, de quelque nature qu'elle soit et sous quelque dénomination qu'elle soit allouée : primes d'assiduité, parts dans les bénéfices, indemnité de cherté de vie, etc., sauf les allocations pour *charges de famille*.

Les versements ne sont calculés que jusqu'à concurrence de 12.000 francs maximum.

Versements pour assurance. — Ils sont constitués par : le prélèvement de 20/0 sur les salaires ou appointements et par la contribution patronale de 20/0 sur les mêmes salaires ou appointements ; par la part contributive de la caisse de secours à raison de 50/0 de l'indemnité journalière statutaire allouée pour maladie.

Les indemnités prévues par les statuts, à titre facultatif, ne donnent pas lieu à versement.

Les bordereaux des versements correspondant aux indemnités journalières de maladies établis par la caisse de secours n'ont pas à être transmis à la C. A.

Il n'y a pas à faire de versements pour assurance au nom des ouvriers qui ont une pension en cours d'acquisition, par application du titre IV de la loi du 29 juin 1894, tant que ces ouvriers restent soumis aux statuts des organismes pour lesquels ils ont opté en 1895. La loi du 25 février 1914 autorise des versements facultatifs ; la rente viagère provenant de ces versements n'entrera pas en compte pour le calcul des majorations de la C. A.

Versements pour l'alimentation du fonds spécial. — Ces versements sont constitués : par prélèvement dont le taux est fixé chaque année par le conseil d'administration sur les salaires et par une contribution patronale égale à celle des ouvriers.

Il n'y a pas de part contributive de la caisse de secours, puisque cette part est exclusivement réservée à former le capital constitutif de la *rente viagère individuelle*.

Les salaires servant de base de calcul de ces versements sont ceux payés chaque mois à tous les ouvriers et employés indistinctement, quels que soient leur âge et leur situation en ce qui concerne la pension. Par conséquent entrent en ligne de compte les salaires payés soit

aux ouvriers dont le compte-assurance a été clos, soit aux ouvriers affiliés à une caisse de liquidation ou à une caisse patronale, etc.

En définitive, il ne peut pas y avoir un seul ouvrier ou employé des mines travaillant sur un gîte concédé dont les salaires ou appointements inférieurs à 12.000 francs ne donnent pas lieu à des versements pour l'alimentation du fonds spécial.

Époque et mode de versement. — Les versements doivent être faits mensuellement à la *caisse du receveur des finances de l'arrondissement* ou au compte courant postal (loi du 7 janvier 1918) dont chaque receveur des finances est titulaire. Ils doivent être faits dans les huit jours qui suivent la dernière paye afférente à chaque mois.

Sans attendre l'arrêté définitif des feuilles de la dernière paye du mois, les exploitants peuvent, dans les huit jours qui suivent cette paye, verser le montant aussi approximativement que possible des sommes rondes revenant à la caisse autonome et faire porter les différences, en plus ou en moins, sur le versement du mois suivant.

Bordereau sommaire. — Les versements mensuels sont portés sur un bordereau sommaire, de modèle ci-après, remis en un seul exemplaire par la partie versante au comptable du Trésor qui délivre pour chaque versement un récépissé et une déclaration de versement. Le récépissé constitue, pour l'exploitant, la preuve du versement fait. La déclaration de versement est conservée par l'exploitant pour être annexée au *bordereau détaillé* annuel. Le bordereau sommaire, revêtu du certificat de prise en recette par le receveur des finances, est transmis à la C. A. en fin de dizaine au plus tard.

Bordereau détaillé. — Il se compose ordinairement conformément au modèle que nous en donnons. On fait des feuilles pour chaque catégorie et une feuille distincte récapitulative qui doit être envoyée à la C. A. en même temps que les autres. Seuls les nombres de journées de travail ne doivent pas être totalisés et n'ont pas, par suite, à figurer sur les récapitulations partielles.

Colonne 1. — Ce sont les deux derniers chiffres de l'année de naissance des intéressés qui constituent le numéro de série. Ainsi, la série d'un ouvrier né en 1869 est la série 09; celle d'un ouvrier né en 1900 est la série 00; celle d'un ouvrier né en 1905 est la série 05. Il faut donc bien se garder, pour inscrire les ouvriers, de commencer par ceux appartenant à la série 00 ou à la série 01.

Colonne 2. — Il convient d'inscrire les ouvriers de chaque série en commençant par celui dont le numéro d'inscription est le moins élevé.

Colonne 3. — Il suffit de mentionner dans cette colonne le nom et le premier prénom de l'ouvrier.

Colonne 4. — Le nombre de journées à inscrire dans cette colonne est le total :

a) Des journées effectives de travail, en se gardant de convertir en journées les heures supplémentaires faites en sus de la durée légale ;

CAISSE AUTONOME DE RETRAITES DES OUVRIERS MINEURS

MODÈLE N° 1.

26, Rue Vavin, 26. — PARIS (VI)

(Art. 25 du décret
du 13 juillet 1914.)
 Raison sociale {
de l'exploitation. }
Adresse :

BORDEREAU SOMMAIRE

 des versements effectués le
aux salaires du mois d

 193 , et correspondant
193 .

NATURE DES VERSEMENTS	DÉTAIL		ENSEMBLE
	COMPTES INDIVIDUELS	FONDS SPÉCIAL	
1	2	3	4
Prélèvements sur les salaires.....			
Contribution patronale.....			
Part contributive de la Caisse de secours.		" "	
Versements facultatifs.....			
TOTAUX.....			
	TOTAL GÉNÉRAL....		

Le Receveur des Finances soussigné certifie qu'il a été versé à sa caisse, à la date de ce jour, la somme de par l'exploitant ci-dessus désigné (Récépissé n°),

Décret du 13 juillet 1914.

Art. 25. — Dans les huit jours qui suivent la dernière paye afférente à chaque mois, sauf le mois de décembre, l'exploitant verse à la recette des finances de l'arrondissement le montant mensuel des contributions et prélèvements ainsi que la part contributive de la caisse de secours visés tant à l'article 4 qu'aux articles 6 et 10 de la loi du 25 février 1914.....

Chaque versement est appuyé d'un bordereau sommaire établi par l'exploitant et donne lieu à la délivrance, par le receveur des finances, d'un récépissé à talon et d'une déclaration de versement.

Art. 26. — En fin de dizaine, les trésoriers-payeurs généraux et les receveurs particuliers effectuent à la Caisse des dépôts et consignations le versement des sommes reçues par eux des exploitants pour le compte de la Caisse autonome. Le jour même de l'opération, ils adressent à la Caisse autonome, après l'avoir certifié, le bordereau sommaire des versements remis par l'exploitant.

A , le 193

Le Receveur des Finances,

A envoyer à la Caisse autonome, en fin de dizaine au plus tard, par le Receveur des Finances, après établissement et signature du certificat de prise en recette.

ce qui pourrait conduire à inscrire dans cette colonne un nombre de journées de travail supérieur aux journées du calendrier.

En ce qui concerne les journées à porter pour les employés au mois, il convient de décomposer le nombre de journées de travail effectif de l'employé.

b) Des journées ayant donné lieu à paiement par la caisse de secours de l'indemnité journalière statutaire de maladie; les journées de maladie pour lesquelles ont été payées des indemnités prévues par les statuts, à titre facultatif, ne doivent pas figurer sur le bordereau détaillé.

c) Des journées correspondant à des jours ouvrables ayant donné lieu à paiement de l'indemnité temporaire prévue par l'article 3 de la loi du 9 avril 1898, pour le cas d'accident du travail.

Colonne 5. — Les salaires à inscrire dans cette colonne sont les salaires bruts, non compris, bien entendu, le montant des indemnités journalières allouées par les caisses de secours.

Ils ne doivent y figurer que jusqu'à concurrence de 12.000 francs.

Colonnes 6, 7 et 10. — Les sommes portées dans ces colonnes doivent représenter 2 0/0 de celles inscrites dans la colonne 5.

Seuls les prélèvements sur les salaires des titulaires d'un certificat d'inscription portant la mention « réservé » peuvent être inscrits dans la colonne 10; le montant de la contribution patronale doit, en toute hypothèse, être inscrit dans la colonne 7.

Colonne 8. — Porte les sommes versées par les caisses de secours.

Colonne 9. — Chaque fois que des sommes sont inscrites dans les colonnes 6 à 8, elles doivent être totalisées dans la colonne 9.

Lors de l'établissement des récapitulations partielles, il convient d'ajouter, pour ordre, au-dessous du total obtenu, en vue de former un nouveau total, les sommes nécessaires pour que l'ensemble des sommes inscrites dans les colonnes 6, 7 et 10 représente bien 4 0/0 de l'ensemble des sommes inscrites dans la colonne 5.

Voici la nomenclature des catégories :

Première catégorie. — Ouvriers et employés pour lesquels le numéro d'inscription est connu.

Deuxième catégorie. — Ceux dont le numéro d'inscription à la C. A. n'est pas encore connu, mais pour lesquels l'exploitant a adressé *antérieurement* les pièces dont la production est prescrite par l'article 22 du règlement général du 13 juillet 1914.

Troisième catégorie. — Ceux pour lesquels l'exploitant adresse *en même temps* les pièces visées ci-dessus.

Quatrième catégorie. — Ceux n'ayant pas encore fourni les pièces à joindre au bulletin de renseignements.

Ne doivent figurer, dans ces catégories, que les ouvriers et employés en cours d'acquisition de rente viagère, c'est-à-dire ceux dont

le compte individuel n'est pas encore clos et au nom de qui, par conséquent, sont faits des versements pour assurance.

Il dépend d'ailleurs uniquement des exploitants de n'avoir à établir de feuilles que pour la première catégorie.

La C. A., en effet, a constamment préconisé l'envoi des bulletins de renseignements dans un délai qui permette aux exploitants de connaître, avant l'établissement du bordereau détaillé, le numéro d'inscription des intéressés. D'autre part, les certificats d'inscription sont toujours établis et envoyés presque aussitôt après la réception des bulletins de renseignements — pourvu que ceux-ci mentionnent les indications nécessaires — même dans le cas où l'envoi des bulletins d'état civil est différé.

Cinquième catégorie. — Ouvriers et employés pour lesquels l'exploitant a fourni, dans le courant de l'année, la situation prévue pour les demandes de remboursement de capitaux réservés, de liquidation de pension de la C. A. ou d'allocation de décès.

Indépendamment du bordereau détaillé, il convient éventuellement d'en établir d'autres destinés aux ouvriers au nom de qui sont faits des versements facultatifs.

Enfin, les totaux de chacune de ces catégories doivent être reportés dans la première partie d'un bordereau de récapitulation générale.

Dans la colonne 10 de ce bordereau récapitulatif doivent être portés, pour chaque catégorie, les versements destinés à l'alimentation du fonds spécial. Il convient de s'assurer, d'une part, que les totaux inscrits en regard de la rubrique « ensemble », dans la colonne 3, de même que les totaux réunis des colonnes 2 et 7, représentent exactement 2 0/0 ; d'autre part, que les totaux inscrits, en regard de la même rubrique, dans la colonne 10, représentent bien 4 0/0 du montant des salaires payés figurant dans la colonne 1.

A la seconde partie du bordereau récapitulatif, il y a lieu d'inscrire :

1^o En regard de la rubrique « ouvriers et employés affiliés à une caisse de liquidation ou à une caisse patronale » le total des feuilles sur lesquelles sont portés nominativement tous les ouvriers ou employés dont il s'agit, en cours d'acquisition de rente viagère, avec le nombre de journées de travail, les salaires ou appointements ;

2^o En regard de la rubrique « autres ouvriers et employés dont la rémunération fait uniquement l'objet des prescriptions de l'article 10 de la loi du 25 février 1914 » en bloc, le montant des salaires, ramenés éventuellement à 12.000 francs, de tous les ouvriers et employés dont le nom ne figure pas sur les feuilles du bordereau détaillé. Bien entendu, le montant des salaires à inscrire dans la colonne 1 doit comprendre également le surplus des salaires payés, le cas échéant, aux intéressés qui figurent sur les feuilles de la cinquième catégorie du bordereau détaillé.

Aucune somme ne doit être inscrite dans les colonnes 2 à 9, en re-

gard des deux rubriques constituant la seconde partie de la récapitulation générale, puisqu'il s'agit là de salaires et appointements sur lesquels sont calculés exclusivement des versements pour l'alimentation du fonds spécial.

Lorsque la récapitulation générale du bordereau détaillé est terminée, l'ensemble des sommes inscrites dans les colonnes 6, 9 et 10 doit représenter le total des déclarations de versement. Dans le cas où il n'en est pas ainsi, il convient de demander, à la C. A., le remboursement de la somme versée en trop, ou, au contraire, d'effectuer un versement complémentaire, en établissant, pour appuyer cette opération, un bordereau sommaire distinct de ceux à établir pour appuyer les versements mensuels de l'année en cours.

Le bordereau détaillé accompagné des déclarations de versement délivrées par les comptables du Trésor ainsi que des bulletins de renseignements et d'état civil, non encore produits, doit être transmis à la C. A. dans les trente jours qui suivent la dernière paye afférente au mois de décembre.

PARTIE COMMERCIALE

Liste, par spécialités, des principaux fournisseurs des Mines. (Voir les annonces aux pages indiquées).

Pages.

Accessoires pour chaudières et machines à vapeur.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ FRANÇAISE SCHAEFFER ET BUDENBERG, 126, boul. Richard-Lenoir, Paris-XI ^e . Téléph. Roquette 56-65.....	6

Accessoires pour laboratoires.

VERRERIE DE SAINT-FONS, 8 et 10, rue des Écoles, à Saint-Fons (Rhône).....	garde III
--	-----------

Allumeurs de sûreté.

DAVEY, BICKFORD, SMITH ET C ^{ie} , 6, r. Stanislas-Girardin, à Rouen	12
EXPLOSIFS MÉNILITE, 21, rue Auber, Paris-IX ^e	garde II
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES MUNITIONS DE CHASSE, DE TIR ET DE GUERRE, 30, rue Notre-Dame-des-Victoires, Paris-II ^e	9
SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE, 67, boul. Haussmann, Paris-VIII ^e	5

Amiante.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHONE-POULENC, 21, rue Jean-Goujon, Paris-VIII ^e	7

Amorces.

DAVEY, BICKFORD, SMITH ET C ^{ie} , 6, r. Stanislas-Girardin, à Rouen.	12
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
EXPLOSIFS MINÉLITE, 21, rue Auber, Paris-IX ^e	garde II
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES MUNITIONS DE CHASSE, DE TIR ET DE GUERRE, 30, rue Notre-Dame-des-Victoires, Paris-II ^e	9
SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE, 67, boul. Haussmann, Paris-VIII ^e ...	5

Analyse des minerais, métaux, alliages, etc.

CAMPREDON (L.), 119, rue Ville-ès-Martin, à Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).....	4
SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHONE-POULENC, 21, rue Jean-Goujon, Paris-VIII ^e	7

Appareils pour descenderies.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Appareils électriques.

CIMENT ISOLANT « VANTHOM », L. VANTHOMME-DESFONTAINE, à Bousbecque (Nord). Voir « COUP DE FEU ».....	12
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Belfort (Territoire de). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e)... ..	16
SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE, 67, boul. Haussmann, Paris-VIII ^e	5

Appareils enregistreurs.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHONE-POULENC, 21, rue Jean-Goujon, Paris-VIII ^e	7
SOCIÉTÉ FRANÇAISE SCHAFFER ET BUDENBERG, 126, boul. Richard-Lenoir, Paris-XI ^e . Téléph. Roquette 56-65.....	6

Appareils hydrauliques.

ÉTABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES A. DURENNE, 26, Faubourg Poissonnière, Paris-X ^e	14
---	----

Appareils de levage.

SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DALBOUZE ET BRACHET, 11, rue Francis-de-Pressensé, a Puteaux (Seine).....	10
USINES GALLAND, 77, rue de Prony, Paris-XVII ^e	garde IV
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4

Appareils respiratoires.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHONE-POULENC, 21, rue Jean-Goujon, Paris-VIII ^e	7

Appareils de sondages et forages.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Barres à mines.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Bâtiments industriels.

DOUCE ET MOULIN, 64, rue Petit, Paris-XIX ^e	1
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
LEMAIRE (L.). 252, rue Saint-Laurent, à Liège (Belgique).....	13

Bennes.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Berlines.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

Billes et cadres de mines.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

Bois de mines.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS ARMAND BEAUMARTIN, 33
rue Saint-Genès, à Bordeaux (Gironde)..... couvert. 2

Bourroirs à mines.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

EXPLOSIFS MINÉLITE, 21, rue Auber, Paris-IX^e..... garde II

Broyeurs et concasseurs.

USINES GALLAND, 77, rue de Prony, Paris-XVII^e..... garde IV

SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DALBOUZE ET BRACHET, 11, rue du
Château, à Puteaux (Seine)..... 10

Câbles électriques.

CIMENT ISOLANT « VANTHOM » L. VANTHOMME-DESFONTAINE, à Boul-
becque (Nord). (Voir « COUP DE FEU »)..... 11

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

EXPLOSIFS MINÉLITE, 21, rue Auber, Paris-IX^e..... garde II

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Belfort
(Territoire de). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII^e).... 16

SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE, 67, boul. Haussmann, Paris-VIII^e..... 5

Câbles et cordages métalliques.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

ÉTABLISSEMENTS A. TESTE ET C^{ie}, Lyon-Vaise (Rhône)..... 8

SOCIÉTÉ ANONYME DES CABLERIES ET TRÉFILIERIES D'ANGERS.
Service *Transporteurs Aériens*, H4, rue Blanche, Paris-IX^e..... 3

Cages d'extraction.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

LEMAIRE (L.), 252, rue Saint-Laurent, à Liège (Belgique)..... 13

Calorifuges.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

Caoutchouc.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHONE-POULENC, 21, rue Jean-
Goujon, Paris-VIII^e..... 7

Cartouches pour mines.

DAVEY, BICKFORD, SMITH ET C ^{le} , 6, r. Stanislas-Girardin, à Rouen.	12
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
EXPLOSIFS MINÉLITE, 21, rue Auber, Paris-IX ^e	garde 11
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES MUNITIONS DE CHASSE, DE TIR ET DE GUERRE, 30, rue Notre-Dame-des-Victoires, Paris-II ^e	9
SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE, 67, boul. Haussmann, Paris-VIII ^e	5

Chaînes et chaînes à godets.

ANCIENNE MAISON GALLÉ. — R. BENOIT, 84, rue Oberkampf, Paris-XI ^e	garde III
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
MARCEL SEBIN ET C ^{le} , chaînes, 79, rue d'Angoulême, Paris-XI ^e .	garde II

Chapeaux de cuir.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Charpentes en fer.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
LEMAIRE (L.), 252, rue Saint-Laurent, à Liège (Belgique).....	13

Chaudières.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Belfort (Territoire de) et Mulhouse (Haut-Rhin). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e).....	16
SOCIÉTÉ FRANÇAISE SCHAEFFER ET BUDENBERG, 126, boul. Richard- Lenoir, Paris-XI ^e . Téléph. Roquette 56-65.....	6

Chaudronnerie.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ FRANÇAISE SCHAEFFER ET BUDENBERG, 126, boul. Richard- Lenoir, Paris-XI ^e . Téléph. Roquette 56-65.....	6

Chemins de fer portatifs et leurs accessoires.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Chevalements.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
LEMAIRE (L.), 252, rue Saint-Laurent, à Liège (Belgique).....	13

Chimistes-essayeurs.

CAMPREDON (L.), 119, rue Ville-ès-Martin, à Saint-Nazaire (Loire- Inférieure).....	4
---	---

Compresseurs.

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Mulhouse (Haut-Rhin). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e).....	16
--	----

Compresseurs d'air.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Mulhouse (Haut-Rhin). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e)....	16

Condensation.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Conduites d'eau.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
ÉTABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES A. DURENNE, 26, faubourg Poissonnière, Paris-X ^e	14

Connecteurs.

FAURIS (Ch.), 91, rue d'Inkermann, Lyon (Rhône).....	6
--	---

Conservation des bois.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS ARMAND BEAUMARTIN, 33, rue Saint-Genès, à Bordeaux (Gironde).....	couvert. 2

Constructions métalliques.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
LEMAIRE (L.), 252, rue Saint-Laurent, à Liège (Belgique).....	13
SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DALBOUZE ET BRACHET, 11, rue Francis-de-Pressensé, à Puteaux (Seine).....	10

Cordeau détonant.

DAVEY, BICKFORD, SMITH ET C ^{ie} , 6, r. Stanislas-Girardin, à Rouen.	12
--	----

Coton-mèches.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
EXPLOSIFS MINÉLITE, 21, rue Auber, Paris-IX ^e	garde II

Courroies pour élévateurs et transporteurs.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Cribles.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DALBOUZE ET BRACHET, 11, rue Francis-de-Pressensé, à Puteaux (Seine).....	10

Crics.

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Graffen- taden (Bas-Rhin). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e)..	16
--	----

Culbuteurs.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Détonateurs.

DAVEY, BICKFORD, SMITH ET C ^{ies} , 6, r. Stanislas-Girardin, à Rouen..	12
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
EXPLOSIFS MINÉLITE, 21, rue Auber, Paris-IX ^e	garde 11
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES MUNITIONS DE CHASSE, DE TIR ET DE GUERRE, 30, rue Notre-Dame-des-Victoires, Paris-II ^e	9
SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE, 67, boul. Haussmann Paris-VIII ^e	5

Diamant noir.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Draisines.

CAMPAGNE, 45, boulevard de Belleville, Paris-XI ^e	garde 1
--	---------

Dragues et excavateurs pour alluvions.

USINES GALLAND, 77, rue de Prony, Paris-XVII ^e	garde IV
MARCEL SEBIN ET C ^{ie} , chaînes, 79, rue d'Angoulême, Paris-XI ^e .	garde II

Dynamite.

DAVEY, BICKFORD, SMITH ET C ^e , 6, r. Stanislas-Girardin, à Rouen..	12
EXPLOSIFS MINÉLITE, 21, rue Auber, Paris-IX ^e	garde 11
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES MUNITIONS DE CHASSE, DE TIR ET DE GUERRE, 30, rue Notre-Dame-des-Victoires, Paris-II ^e	9
SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE, 67, boul. Haussmann, Paris-VIII ^e	5

Échantillonnages des minerais, combustibles, etc.

CAMPREDON (L.), 119, rue Ville-ès-Martin, à Saint-Nazaire (Loire- Inférieure).....	4
SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DALBOUZE ET BRACHET, 11, rue Francis-de-Pressensé, à Puteaux (Seine).....	10

Éclairage des mines.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
EXPLOSIFS MINÉLITE, 21, rue Auber, Paris-IX ^e	garde 11
SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉCLAIRAGE ET D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES, dite SOCIÉTÉ « ARRAS », 16, 18 et 20, sur Soleillet, Paris-XX ^e .	carton 1

Écoles spéciales.

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL ET DE NAVIGATION, 152, avenue Wagram, Paris-XVII ^e	couvert. 1
---	------------

Électricité (Matériel électrique).

CIMENT ISOLANT « VANTHOM », L. VANTHOMME-DESFONTAINE, Boul- becque (Nord). (Voir « COUP DE FEU »).....	11
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
ÉTABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES A. DURENNE, 26, faubourg Pois- sonnière, Paris-X ^e	14

Pages.

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Belfort
(Territoire de). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII^e).... 16

Élévateurs.

ANCIENNE MAISON GALLE: — R. BENOIT, 84, rue Oberkampf,
Paris-XI^e..... garde III

MARCEL SEBIN ET C^{ie}, 79, rue d'Angoulême, Paris-XI^e..... garde I

SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DALBOUZE ET BRANCHET, 11, rue
Francis-de-Pressensé, à Puteaux (Seine)..... 10

SOCIÉTÉ FRANÇAISE SCHAEFFER ET BUDENBERG, 126, boul. Richard-
Lenoir, Paris-XI^e. Téléph. Roquette, 56-65..... 6

Épuisement (Matériel d').

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

Étais de mines.

ESPAGNE (CHARLES), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS ARMAND BEAUMARTIN,
33, rue Saint-Genès, à Bordeaux (Gironde)..... couvert. 2

Exploseurs.

DAVEY, BICKFORD, SMITH ET C^{ie}, 6, r. Stanislas-Girardin, à Rouen.. 12

Explosifs.

DAVEY, BICKFORD SMITH ET C^{ie}, 6, r. Stanislas-Girardin, à Rouen.. 12

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHONE-POULENC, 21, rue Jean-
Goujon, Paris-VIII^e..... 7

EXPLOSIFS MINÉLITE, 21, rue Auber, Paris-IX^e..... garde II

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES MUNITIONS DE CHASSE, DE TIR ET DE
GUERRE, 30, rue Notre-Dame-des-Victoires, Paris-II^e..... 9

SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE, 67, boul. Haussmann, Paris-VIII^e..... 5

Fleurets de mines.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

Flexibles.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

Fonderies.

ÉTABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES A. DURENNE, 26, faubourg
Poissonnière, Paris-X^e..... 14

Fournitures générales pour usines.

CIMENT ISOLANT « VANTHOM », L. VANTHOMME-DESFONTAINE, Bous-
becque (Nord). (Voir « COUP DE FEU »)..... 11

Forages et sondages.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)..... 4

Forges et hauts fourneaux (Matériel pour).

SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DALBOUZE ET BRACHET, 11, rue Francis-de-Pressensé, à Puteaux (Seine).....	10
--	----

Fournitures générales pour usines.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHONE-POULENC, 21, rue Jean-Goujon, Paris-VIII ^e	9

Galleries et tunnels.

HULSTER (DE), FAIBIE ET C ^{ie} , 30, boulevard Haussmann, Paris-IX ^e	2
--	---

Grisoumètres.

SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHONE-POULENC, 21, rue Jean-Goujon, Paris-VIII ^e	9
--	---

Grues.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Huiles et graisses.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Incendie (Matériel contre l').

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

Instruments de dessin.

DARNAY (F.), 1, rue Coypel, Paris-XIII ^e	garde I
---	---------

Laboratoires métallurgiques (Fournitures pour).

SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DALBOUZE ET BRACHET, 11, rue Francis-de-Pressensé, à Puteaux (Seine).....	10
--	----

Lampes à acétylène.

SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉCLAIRAGE ET D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES, dite SOCIÉTÉ « ARRAS », 16, 18 et 20, rue Soleillet, Paris-XX ^e	carton 1
---	----------

Lampes grisoumétriques.

SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHONE-POULENC, 21, rue Jean-Gougeon, Paris-VIII ^e	9
---	---

Lampes de sûreté pour mineurs.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉCLAIRAGE ET D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES, dite SOCIÉTÉ « ARRAS », 16, 18 et 20, rue Soleillet, Paris-XX ^e	carton 1

Lavoirs à charbon.

MARCEL SEBIN ET C ^{ie} , chaînes, 79, rue d'Angoulême, Paris-XI ^e	garde II
---	----------

Locomotives.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
---	---

	Pages.
Locomotives de mines.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
MARCEL SEBIN ET C ^{ie} , chaînes, 79, rue d'Angoulême, Paris-XI ^e .	garde II
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Belfort (Territoire de) et Graffenstaden (Bas-Rhin). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e).....	16
Locotracteurs.	
CAMPAGNE, 45, boulevard de Belleville, Paris-XI ^e	garde I
Machines à vapeur.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Belfort (Territoire de) et Mulhouse (Haut-Rhin). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e).....	16
SOCIÉTÉ FRANÇAISE SCHAEFFER ET BUDENBERG, 126, boul. Richard- Lenoir, Paris-XI ^e . Téléph. Roquette 56-65.....	6
Machines d'extraction.	
CIMENT ISOLANT « VANTHOM », L. VANTHOMME-DESFONTAINE, Bous- becque (Nord). (Voir « COUP DE FEU »).....	11
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Belfort (Territoire de) et Mulhouse (Haut-Rhin). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e).....	16
Machines-outils.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Graffensta- den (Bas-Rhin). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e)..	16
Malaxeurs.	
USINES GALLAND, 77, rue de Prony, Paris-XVII ^e	garde IV
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Mulhouse (Haut-Rhin). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e).....	16
SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DALBOUZE ET BRACHET, 11, rue Francis-de-Pressensé, à Puteaux (Seine).....	10
Matériel d'entrepreneur.	
USINES GALLAND, 77, rue de Prony, Paris-XVII ^e	garde IV
Mèches de mines.	
DAVEY, BICKFORD, SMITH ET C ^{ie} , 6, r. Stanislas-Girardin, à Rouen.	12
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
EXPLOSIFS MINÉLITE, 21, rue Auber, Paris-IX ^e	garde II
SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES MUNITIONS DE CHASSE, DE TIR ET DE GUERRE, 30, rue Notre-Dame-des-Victoires, Paris-II ^e	9
SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE, 67, boul. Haussmann, Paris-VIII ^e	5

	Pages.
Meubles à plans.	
DARNAY (E.), 1, rue Coypel, Paris-XIII ^e	garde I
Moteurs divers.	
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Belfort (Territoire de) et Mulhouse (Haut-Rhin). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e).....	16
Moteurs à gaz.	
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Mulhouse (Haut-Rhin). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e).....	16
Outillage de travaux publics.	
USINES GALLAND, 77, rue de Prony, Paris-XVII ^e	garde IV
Outils de mineurs.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
Pelles et pioches.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
Perforatrices.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
Pics.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
Pompes.	
USINES GALLAND: 77, rue de Prony, Paris-XVII ^e	garde IV
SOCIÉTÉ FRANÇAISE SCHAEFFER ET BUDENBERG, 126, boul. Richard- Lenoir, Paris-XI ^e . Téléph. Roquette, 56-65.....	6
Pompes à liquide.	
SOCIÉTÉ FRANÇAISE SCHAEFFER ET BUDENBERG, 126, boul. Richard- Lenoir, Paris-XI ^e . Téléph. Roquette, 56-65.....	6
Ponts roulants.	
ANCIENNE MAISON GALLE. — R. BENOIT, 84, rue Oberkampf, Paris-XI ^e ,.....	garde III
LEMAIRE (L.), 252, rue Saint-Laurent, à Liège (Belgique).....	13
Poteaux de mines.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS ARMAND BEAUMARTIN, 33, rue Saint-Genès, à Bordeaux (Gironde).....	couvert. 2
Poudres pour mines.	
DAVEY, BICKFORD, SMITH ET C ^{ie} , 6, r. Stanislas-Girardin, à Rouen.	12
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
EXPLOSIFS MINÉLITE, 21, rue Auber, Paris-IX ^e	garde 11
SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE, 67, boul. Haussmann, Paris-VIII ^e	:

Poulies.

Pages.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES A. DUR- RENNE, 26, faubourg Poissonnière, Paris-X ^e	14

Presses hydrauliques.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE SCHAEFFER ET BUDENBERG, 126, boul. Richard- Lenoir, Paris-XI ^e . Téléph. Roquette, 56-65.....	6
---	---

Produits chimiques.

SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DALBOUZE ET BRACHET, 11, rue Francis-de-Pressensé, à Puteaux (Seine).....	10
SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHONE-POULENC, 21, rue Jean- Goujon, Paris-VIII ^e	7

Pyromètres.

ÉTABLISSEMENTS MAXANT, 38 et 40, rue Belgrand, Paris-XX ^e ...	15
SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHONE-POULENC, 21, rue Jean- Goujon, Paris-VIII ^e	7

Sondages.

HULSTER (DE), FAIBIE ET C ^{ie} , 30, boulevard Haussmann, Paris-IX ^e .	2
--	---

Taquets.

LEMAIRE (L.), 252, rue Saint-Laurent, à Liège (Belgique).....	13
---	----

Thermomètres.

VERRERIE DE SAINT-FONS, 8 et 10, rue des Écoles, à Saint-Fons (Rhône)	garde III
--	-----------

Tracteurs.

CAMPAGNE, 45, boulevard de Belleville, Paris-XI ^e	garde I
--	---------

Tuiles métalliques et Tôles perforées.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne)	4
--	---

Transporteurs.

ANCIENNE MAISON GALLE. — H. BENOIT, 84, rue Oberkampf, Paris-XI ^e	garde III
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
MARCEL SEBIN ET C ^{ie} , chaînes, 79, rue d'Angoulême, Paris-XI ^e .	garde II
SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DALBOUZE ET BRACHET, 11, rue Francis-de-Pressensé, à Puteaux (Seine).....	10

Transporteurs aériens.

ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
ÉTABLISSEMENTS A. TESTE ET C ^{ie} , Lyon-Vaise (Rhône).....	8
SOCIÉTÉ ANONYME DES CABLERIES ET TRÉFILIERES D'ANGERS. — BESSONNEAU, administrateur-délégué. — Service <i>Transporteurs</i> <i>aériens</i> , 54, rue Blanche, Paris-IX ^e	3

	Pages.
Travaux miniers.	
HULSTER (DE), FAIBIE ET C ^{ie} , 30, boulevard Haussmann, Paris-IX ^e .	2
Trémies.	
ESPAGNE Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
Treuiis.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ ANONYME DES CABLERIES ET TRÉFILERIES D'ANGERS. — BESSONNEAU, administrateur-délégué. — Service <i>Transporteurs</i> <i>aériens</i> , 54, rue Blanche, Paris-IX ^e	3
Trommels.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DALBOUZE ET BRACHET, 11, rue Francis-de-Pressensé, à Puteaux (Seine).....	10
Tubes imperméables pour charges de mines.	
DAVEY, BICKFORD, SMITH ET C ^{ie} , 6, r. Stanislas-Girardin, à Rouen..	12
Tubes rivés ou vissés.	
HULSTER (DE), FAIBIE ET C ^{ie} , 30, boulevard Haussmann, Paris-IX ^e .	2
Tuyaux d'aérage.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
Tuyaux pour conduites d'eau.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
ÉTABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES A. DURENNE, 26, faubourg Poissonnière, Paris-X ^e	14
Tuyères.	
ÉTABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES A. DURENNE, 26, faubourg Poi- sonnière, Paris-X ^e	14
Ventilateurs.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
Vérins.	
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, à Graffen- taden (Bas-Rhin). — Maison à Paris, 32, rue de Lisbonne (VIII ^e)..	16
Verrerie industrielle.	
VERRERIE DE SAINT-FONS, 8 et 10, rue des Écoles, à Saint-Fons (Rhône)	garde III
Wagons et wagonnets.	
ESPAGNE (Charles), ingénieur civil, à Alençon (Orne).....	4
SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS ARMAND BEAUMARTIN, 33, rue Saint-Genès, à Bordeaux (Gironde).....	couvert. 2

**toutes les
lampes pour
les mines**



**huile
essence
accumulateurs**

LAMPES "STANDARD"
DE LA CIE FRAISE DU GRISOU

LAMPES ÉLECTRIQUES PORTATIVES

LAMPES GRISOMÉTRIQUES (CHESNEAU)

INSTALLATIONS COMPLÈTES
DE LAMPISTERIES

LAMPES ET PHARES DE CHANTIERS
A ACÉTYLÈNE ...

ROD
D'AC

ARRAS

STÉ AME D'ÉCLAIRAGE
& D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES
CAPITAL: 5.000.000 DE FRANCS
Boulevard de la Scarpe - ARRAS.

AGENCE A PARIS :

20 RUE SOLEILLET 20 (XX^E)
TEL: ROQUETTE 53-51 ET 81-78
ADR TELEGR: LAMPARRAS 40 PARIS

IRIS - LILLIAD - Université Lille

publicité mandar

MINES



La publicité dans les **AGENDAS DUNOD**



COLLECTION D'AIDE-MÉMOIRE
FONDÉE EN 1878

ASSURANCES

par P. Véron & F. Pourcheyroux
CONSTRUCTION AUTOMOBILE
par G. Lienhard de la Vie Automobile

BANQUE

par H. Dufayel, Prof. de Comptab^e

BATIMENT

E. Aucamus, Ing. A & M

rev. par Ph. Rousseau, Ing. Constr.

BÉTON ARMÉ

par V. Forestier, Ing. Constr. (A & M)

CHEMINS DE FER

par P. Place, Ing. ppal. à l'OCM.

CHIMIE

par E. Javet, Ingén^r Chimiste

COMMERCE

par G. Lemarcier, Exp. pe. Trib. Rouen

CONSTRUCTION MÉCANIQUE

par J. Izart, Ingénieur Civil des Mines

ELECTRICITÉ

par L. D. Fourcault, Ing. Conseil.

MÉTALLURGIE

& L. Dezcroix, Ingénieur Conseil

rev. par A. Roux, Ingénieur ECP.

MINES

par J. Roux-Brohic, Ing. Civil des Mines

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

par J. Izart, Ingénieur Civil des Mines

TRAVAUX PUBLICS

par E. Aucamus, Ing. A & M

VENTE ET PUBLICITÉ

par E. Rachinel, Insp. de l'enz. Tech.,

& M. Buisson, chef de publicité



vous assure :

la plus large ►
◀ ◀ ◀ diffusion

les « Agendas Dunod », depuis 1878, ayant une place dans tous les bureaux d'études et dans la poche des ingénieurs, chefs d'entreprises, et hommes d'affaires.

les meilleurs ►
◀ ◀ ◀ résultats

puisque l'annonce insérée passe à tout moment sous les yeux du lecteur à la recherche d'une formule technique.

une grande ► ►
◀ ◀ ◀ économie

parce que vous payez au plus bas prix, une publicité circulant partout où elle doit agir mais pas au delà des milieux que vous avez choisis.

Demandez le Tarif

LES AGENDAS **DUNOD**

IRIS - LILLIAD - Université Lille

92, RUE BONAPARTE (VI). TEL. LITRE 53-43.45



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 : $t = a + (n - 1)r$,

$$\text{la somme des } n \text{ premiers termes, } s = \frac{a + t}{2} n$$

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 $t = aq^{n-1}$

$$\text{la somme des } n \text{ premiers termes, } s = a \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

si la progression est croissante, et

$$s = a \frac{1 - q^n}{1 - q} \text{ si la progression est décroissante;}$$

la raison de la progression formée en insérant m moyennes 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.)

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

$$A = 90^\circ$$

$$b = a \sin B, \quad c = a \sin C$$

$$a = \sqrt{b^2 + c^2}$$

$$\log b = \log a + \log \sin B$$

$$\log c = \log a + \log \sin C$$

$$B = 90^\circ - C$$

Triangles obliquangles

$$a = \frac{b \sin A}{\sin B} = \frac{c \sin A}{\sin C}, \quad b = \frac{a \sin B}{\sin A} = \frac{c \sin B}{\sin C}, \quad c = \frac{a \sin C}{\sin A} = \frac{b \sin C}{\sin B}.$$

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 : $\frac{A^2 + B^2}{2} = 90^\circ - \frac{C}{2}$

$$\log \operatorname{tg} \frac{(A - B)}{2} = \log(a - b) + \log \cot \frac{C}{2} - \log(a + b)$$

$$\log c = \log a + \log \sin C - \log \sin A.$$

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

e = base des logarithmes népériens.

$$Lx = \frac{\log x}{\log e}$$

$e = 2,718282,$	$\log e = 0,43429,$	$\frac{1}{e} = 0,367879,$	$\frac{1}{\log e} = 2,30259$
$\pi = 3,141592$	$\log \pi = 0,49715$	$\frac{1}{\pi} = 0,318310$	$\log \frac{1}{\pi} = \bar{1},50285$
$\pi^2 = 9,869604$	$\log \pi^2 = 0,99430$	$\frac{1}{\pi^2} = 0,101321$	$\log \frac{1}{\pi^2} = \bar{1},00570$
$\pi^3 = 31,006276$	$\log \pi^3 = 1,49145$	$\frac{1}{\pi^3} = 0,032252$	$\log \frac{1}{\pi^3} = \bar{2},50855$
$\sqrt{\pi} = 1,772454$	$\log \sqrt{\pi} = 0,24857$	$\sqrt[3]{\pi} = 1,464592$	$\log \sqrt[3]{\pi} = 0,16572$
$\frac{2}{\pi} = 0,636620$	$\frac{\pi}{2} = 1,570796$	$\frac{3}{\pi} = 0,954929$	$\frac{\pi}{3} = 1,047197$

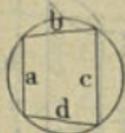
g , accélération d'un corps qui tombe dans le vide.

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.

$g = 9,80896$	$\log g = 0,99162$	$g^2 = 96,21569$	$\log g^2 = 1,98324$
$\frac{1}{g} = 0,10194$	$\log \frac{1}{g} = \bar{1},00838$	$\frac{1}{g^2} = 0,01039$	$\log \frac{1}{g^2} = \bar{2},01675$
$2g = 19,61792$	$\log 2g = 1,29265$	$\sqrt{g} = 3,13193$	$\log \sqrt{g} = 0,49581$
$\frac{1}{2g} = 0,05097$	$\log \frac{1}{2g} = \bar{2},70735$	$\frac{1}{\sqrt{g}} = 0,31929$	$\log \frac{1}{\sqrt{g}} = \bar{1},50419$
$2\sqrt{g} = 6,26386$	$\log 2\sqrt{g} = 0,79684$	$\sqrt{2g} = 4,42921$	$\log \sqrt{2g} = 0,64633$

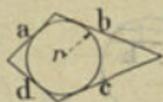
GÉOMÉTRIE

SURFACES



$$\sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}$$

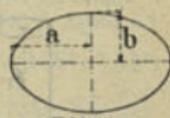
$$p = \frac{a+b+c+d}{2}$$



$$pr$$

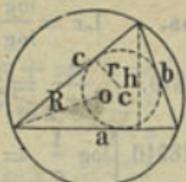


$$\frac{1}{2} mn \sin \alpha$$



Ellipse
 πab

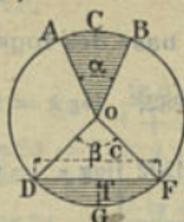
SURFACES (suite)



Triangle

1° $\frac{ah}{2}$ 2° $\frac{abc}{4R}$ 3° p^2

$$p = \frac{\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{\left(\frac{a+b+c}{2}\right)}$$



Cercle, $\pi R^2 = \frac{\pi D^2}{4} = 0.785 D^2$

Secteur circulaire:
 $\frac{\text{arc } ACB \times R}{2}$ ou $\frac{\pi R^2 \alpha}{360}$

α = nombre de degrés de l'arc ABC

Segment circulaire:

$$\frac{\pi R^2 \beta}{360} - \frac{c}{2} (R-f)$$

β = nombre de degrés de l'arc DGF

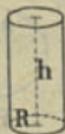
Polygones réguliers.



c , côtés; 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.

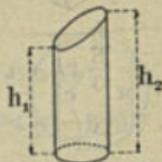
POLYGONES	R	r	c	S
Triangle.....	0.577 c	0.289 c	1.732 R ou 3.463 r	0.433 c ² ou 1.299 R ²
Carré.....	0.707 c	0.300 c	1.414 R = 2.000 r	1.000 c ² = 2.000 R ²
Pentagone...	0.851 c	0.688 c	1.176 R = 1.453 r	1.721 c ² = 2.378 R ²
Hexagone...	1.000 c	0.866 c	1.000 R = 1.155 r	2.598 c ² = 2.598 R ²
Heptagone...	1.152 c	1.038 c	0.868 R = 0.963 r	3.634 c ² = 2.736 R ²
Octogone....	1.307 c	1.207 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	1.53 c	0.618 R = 0.649 r	7.694 c ² = 2.939 R ²
Endécagone...	1.775 c	1.710 c	0.563 R = 0.587 r	9.366 c ² = 2.973 R ²
Dodécagone...	1.93 c	1.866 c	0.518 R = 0.536 r	11.19 c ² = 3.000 R ²



Aire latérale = $2\pi Rh$
 Aire totale = $2\pi R(R+h)$



Sphère $\frac{4}{3}\pi R^3 = \pi D^3$
 Zone sphérique = $2\pi Rh$



$\pi R(h_1+h_2)$ = Aire latérale

SURFACES (suite)



$$S = Ch$$

C = Circonférence de la section droite

h = Longueur des génératrices

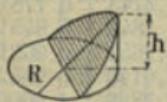


Aire latérale = $\pi l (R+r)$



Aire latérale = $\pi R l$
Aire totale = $\pi R (R+l)$

VOLUMES



Onglet cylindrique

$$V = \frac{2}{3} R^2 h$$

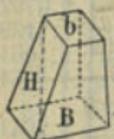


Cône

$$V = \frac{\pi R^2 H}{3}$$

Tronc de cône

$$V = \frac{\pi H}{3} (R^2 + r^2 + Rr)$$



Tronc de pyramide à bases parallèles

$$1^{\circ} V = \frac{1}{3} H (B + b + \sqrt{Bb})$$

$$2^{\circ} V = \frac{BH}{3} (1 + k + k^2)$$

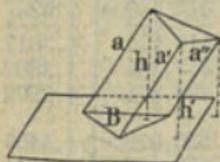


Tronc de cône de seconde espèce

$$V = \frac{\pi H}{3} (R^2 + r^2 - Rr)$$

Sphère = $\frac{4}{3} \pi R^3 = 4,189 R^3$

Sphère creuse $V = \frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3)$



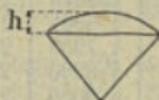
Tronc de prisme triangulaire

$$1^{\circ} V = \frac{B}{3} (h + h' + h'')$$

$$2^{\circ} V = S \left(\frac{a + a' + a''}{3} \right) S z$$

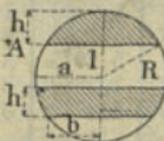
S, section droite

z, droite joignant les centres de gravité des deux bases



Secteur sphérique

$$V = \frac{2}{3} \pi R^2 h$$



Segment sphérique à une base de rayon AI

$$1^{\circ} V = \frac{1}{6} \pi h (h^2 + 3AI^2)$$

$$2^{\circ} V = \frac{1}{3} \pi h^2 (3R - h)$$

Segment sphérique à deux bases de rayons a et b

$$V = \frac{1}{6} \pi h (3a^2 + 3b^2 + h^2)$$

Carrés, Cubes, Racines carrées, Racines cubiques
 Circonférences, Surfaces
 et Logarithmes des nombres ou diamètres de 1 à 105.

Nombres d	Carrés d^2	Cubes d^3	Racine carrée \sqrt{d}	Racine cubique $\sqrt[3]{d}$	Circonférence πd	Surface $\frac{1}{4} \pi d^2$	Logarithme Log d
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	0.6990
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	1.4150
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>	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>
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	Cubes	Racine carrée	Racine cubique	Circon- férence	Surface	Logarith Log <i>d</i>
	d^2	d^3	\sqrt{d}	$\sqrt[3]{d}$	πd	$\frac{1}{4} \pi d^2$	
71	5041	357911	8.4261	4.1408	223,05	3959,19	1.8513
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	2.0212

Arcs, Cordes, Flèches et Surfaces des segments pour $R = 1$.Si $R = r$, la surface est proportionnelle à r^2 .

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	0.00044	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	0.00460	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	0.00856	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	1.2858	0.2340	0.20573
36	0.6283	0.6180	0.04894	0.02027	81	1.4137	1.2993	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	0.05736	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	0.2746	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	1.5709	1.4142	0.2929	0.28540

Degrés	Arcs	Cordes	Flèches	Surfaces des segments	Degrés	Arcs	Cordes	Flèches	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	0.31152	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	0.34650	141	2.4609	1.8853	0.6662	0.91580
97	1.6930	1.4979	0.3374	0.37021	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	0.3913	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	0.7579	1.09171
108	1.8850	1.6180	0.4122	0.46695	153	2.6704	1.9447	0.7665	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°.**

**Sinus et cosinus
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)	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°	1,0355	44	0°	0,0000	90°	46°	0,7193	44°
1	0,0174	89	47	1,0724	43	1	0,0174	89	47	0,7314	43
2	0,0349	88	48	1,1106	42	2	0,0349	88	48	0,7431	42
3	0,0524	87	49	1,1504	41	3	0,0523	87	49	0,7547	41
4	0,0699	86	50	1,1918	40	4	0,0698	86	50	0,7660	40
5	0,0875	85	51	1,2349	39	5	0,0872	85	51	0,7771	39
6	0,1051	84	52	1,2799	38	6	0,1045	84	52	0,7880	38
7	0,1228	83	53	1,3270	37	7	0,1219	83	53	0,7986	37
8	0,1405	82	54	1,3764	36	8	0,1392	82	54	0,8090	36
9	0,1584	81	55	1,4281	35	9	0,1564	81	55	0,8192	35
10	0,1763	80	56	1,4826	34	10	0,1736	80	56	0,8290	34
11	0,1944	79	57	1,5399	33	11	0,1908	79	57	0,8387	33
12	0,2126	78	58	1,6003	32	12	0,2079	78	58	0,8480	32
13	0,2309	77	59	1,6643	31	13	0,2250	77	59	0,8572	31
14	0,2493	76	60	1,7321	30	14	0,2419	76	60	0,8660	30
15	0,2679	75	61	1,8040	29	15	0,2588	75	61	0,8746	29
16	0,2867	74	62	1,8807	28	16	0,2756	74	62	0,8829	28
17	0,3057	73	63	1,9626	27	17	0,2924	73	63	0,8910	27
18	0,3249	72	64	2,0503	26	18	0,3090	72	64	0,8988	26
19	0,3443	71	65	2,1445	25	19	0,3256	71	65	0,9063	25
20	0,3640	70	66	2,2460	24	20	0,3420	70	66	0,9135	24
21	0,3839	69	67	2,3559	23	21	0,3584	69	67	0,9205	23
22	0,4040	68	68	2,4751	22	22	0,3746	68	68	0,9272	22
23	0,4245	67	69	2,6051	21	23	0,3907	67	69	0,9336	21
24	0,4452	66	70	2,7475	20	24	0,4067	66	70	0,9397	20
25	0,4663	65	71	2,9042	19	25	0,4226	65	71	0,9455	19
26	0,4877	64	72	3,0777	18	26	0,4384	64	72	0,9511	18
27	0,5095	63	73	3,2709	17	27	0,4540	63	73	0,9563	17
28	0,5317	62	74	3,4874	16	28	0,4695	62	74	0,9613	16
29	0,5543	61	75	3,7321	15	29	0,4848	61	75	0,9659	15
30	0,5774	60	76	4,0108	14	30	0,5000	60	76	0,9703	14
31	0,6009	59	77	4,3315	13	31	0,5150	59	77	0,9744	13
32	0,6249	58	78	4,7046	12	32	0,5299	58	78	0,9781	12
33	0,6494	57	79	5,1445	11	33	0,5446	57	79	0,9816	11
34	0,6745	56	80	5,6713	10	34	0,5592	56	80	0,9848	10
35	0,7002	55	81	6,3138	9	35	0,5736	55	81	0,9877	9
36	0,7265	54	82	7,1154	8	36	0,5878	54	82	0,9903	8
37	0,7536	53	83	8,1443	7	37	0,6018	53	83	0,9925	7
38	0,7813	52	84	9,5144	6	38	0,6157	52	84	0,9945	6
39	0,8098	51	85	11,4301	5	39	0,6293	51	85	0,9962	5
40	0,8391	50	86	14,3007	4	40	0,6428	50	86	0,9976	4
41	0,8693	49	87	19,0811	3	41	0,6561	49	87	0,9986	3
42	0,9004	48	88	28,6362	2	42	0,6691	48	88	0,9994	2
43	0,9325	47	89	57,2900	1	43	0,6820	47	89	0,9998	1
44	0,9657	46	90	infini	0	44	0,6947	46	90	1,0000	0
45	1,0000	45				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 = 5	T = 6	T = 7	T = 8	T = 10	T = 12
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
1	1,050	1,060	1,070	1,080	1,100	1,120
2	1,102	1,123	1,144	1,166	1,210	1,254
3	1,157	1,191	1,225	1,259	1,331	1,405
4	1,215	1,262	1,310	1,360	1,465	1,573
5	1,276	1,338	1,402	1,469	1,610	1,762
6	1,340	1,418	1,500	1,586	1,771	1,974
7	1,407	1,503	1,605	1,713	1,948	2,210
8	1,477	1,593	1,718	1,850	2,143	2,475
9	1,551	1,689	1,838	1,999	2,357	2,773
10	1,628	1,790	1,967	2,158	2,593	3,106
11	1,710	1,898	2,104	2,331	2,853	3,478
12	1,795	2,012	2,252	2,518	3,138	3,896
13	1,885	2,132	2,409	2,719	3,452	4,363
14	1,979	2,260	2,578	2,937	3,797	4,887
15	2,078	2,396	2,759	3,172	4,177	5,473
16	2,182	2,540	2,952	3,425	4,594	6,130
17	2,292	2,692	3,158	3,700	5,054	6,866
18	2,406	2,854	3,379	3,996	5,559	7,690
19	2,526	3,025	3,616	4,315	6,115	8,612
20	2,653	3,207	3,869	4,660	6,727	9,642
21	2,785	3,399	4,140	5,033	7,400	10,804
22	2,9, 5	3,603	4,430	5,436	8,140	12,100
23	3,071	3,819	4,740	5,871	8,954	13,552
24	3,225	4,048	5,072	6,341	9,849	15,178
25	3,386	4,291	5,247	6,848	10,834	17,000
26	3,555	4,549	5,807	7,396	11,918	19,040
27	3,733	4,822	6,213	7,988	13,109	21,325
28	3,920	5,111	6,648	8,627	14,420	23,884
29	4,116	5,418	7,114	9,317	15,863	26,750
30	4,321	5,743	7,612	10,062	17,449	29,960
31	4,538	6,088	8,145	10,867	19,194	33,555
32	4,764	6,453	8,715	11,737	21,113	37,581
33	5,003	6,840	9,325	12,676	23,225	42,091
34	5,253	7,251	9,978	13,690	25,547	47,142

EXEMPLE. — Quel est, au bout de 22 ans, le capital produit par 1.200 francs placés à intérêts composés au taux de 6 0/0 par an ?

Le nombre 3,603, qui correspond à $n = 22$ et à $T = 6$, est la valeur de 1 franc au bout de 22 ans. En le multipliant par 1.200, on trouve 4.323 fr. 60 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	TAUX DE L'INTÉRÊT									
	T = 5		T = 6		T = 8		T = 10		T = 12	
	Ans	Jours	Ans	Jours	Ans	Jours	Ans	Jours	Ans	Jours
0.001	80	214	70	201	57	36	48	152	42	114
0.002	66	284	58	341	48	91	41	91	36	99
0.0025	62	146	55	88	45	156	38	347	34	123
0.003	58	317	52	91	43	51	37	36	32	277
0.004	53	126	47	213	39	201	34	66	30	108
0.005	49	54	44	7	36	293	31	340	28	145
0.006	45	285	41	56	34	215	30	47	26	311
0.007	42	359	38	279	32	268	28	220	25	207
0.0075	41	273	37	259	31	322	27	337	25	0
0.008	40	220	36	266	31	57	27	110	24	167
0.009	38	197	34	350	29	278	26	31	23	178
0.01	36	265	33	144	28	201	25	58	22	228
0.011	35	40	32	1	27	164	24	92	21	309
0.012	33	241	30	274	26	169	23	156	21	57
0.0125	32	361	30	61	26	2	23	19	20	299
0.013	32	126	29	224	25	120	22	257	20	187
0.014	31	55	28	210	24	182	22	12	19	335
0.015	30	20	27	227	23	354	21	134	19	140
0.016	29	16	26	271	23	101	20	284	18	318
0.017	28	40	25	338	22	228	20	90	18	148
0.0175	27	244	25	197	22	115	19	352	18	68
0.018	27	88	25	60	22	7	19	262	17	350
0.019	26	158	24	167	21	164	19	85	17	202
0.02	25	247	23	289	20	329	18	288	17	61
0.0225	23	359	22	109	19	253	17	281	16	103
0.025	22	189	21	1	18	233	16	319	15	184
0.0275	21	86	19	316	17	257	16	34	14	296
0.03	20	38	18	312	16	318	15	139	14	73
0.0325	19	34	17	347	16	82	14	296	13	231
0.035	18	68	17	50	15	208	14	95	13	54
0.0375	17	133	16	145	14	334	13	254	12	239
0.04	16	227	15	265	14	100	13	52	12	84

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=5	T=6	T=8	T=10	T=12
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
1	0.952	0.934	0.925	0.909	0.893
2	0.907	0.889	0.857	0.826	0.797
3	0.863	0.839	0.793	0.751	0.712
4	0.822	0.792	0.745	0.683	0.636
5	0.783	0.747	0.680	0.620	0.567
6	0.746	0.704	0.630	0.564	0.507
7	0.710	0.665	0.583	0.513	0.452
8	0.676	0.627	0.540	0.466	0.404
9	0.644	0.591	0.500	0.424	0.361
10	0.613	0.558	0.463	0.385	0.322
11	0.584	0.526	0.428	0.350	0.287
12	0.556	0.496	0.397	0.318	0.257
13	0.530	0.468	0.367	0.289	0.229
14	0.505	0.442	0.340	0.263	0.205
15	0.481	0.417	0.315	0.239	0.183
16	0.458	0.393	0.291	0.217	0.163
17	0.436	0.371	0.270	0.197	0.146
18	0.415	0.350	0.250	0.179	0.130
19	0.395	0.330	0.231	0.163	0.116
20	0.376	0.311	0.214	0.148	0.104
21	0.358	0.294	0.198	0.135	0.093
22	0.341	0.277	0.183	0.122	0.083
23	0.325	0.261	0.170	0.111	0.074
24	0.310	0.246	0.157	0.101	0.066
25	0.295	0.232	0.146	0.092	0.059
26	0.281	0.219	0.135	0.083	0.053
27	0.267	0.207	0.125	0.076	0.047
28	0.255	0.195	0.115	0.069	0.042
29	0.242	0.184	0.107	0.063	0.039
30	0.231	0.174	0.099	0.057	0.033
31	0.220	0.164	0.092	0.052	0.030
32	0.209	0.154	0.085	0.047	0.027
33	0.199	0.146	0.078	0.043	0.024
34	0.190	0.137	0.073	0.039	0.021
35	0.181	0.130	0.067	0.035	0.019

Exemple : Somme à payer actuellement pour se libérer de 4.000 francs exigibles dans 25 ans (taux 6 0/0).

0.232 est la valeur de 1 franc payable dans 25 ans, la somme cherchée est :

$$4.000 \times 0.232 = 928 \text{ francs.}$$

Taux de l'amortissement nécessaire pour amortir un capital dans un nombre n d'années.

Nombre d'années n	TAUX DE L'INTÉRÊT				
	T=5	T=6	T=8	T=10	T=12
	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	0.487	0.485	0.480	0.476	0.472
3	0.317	0.314	0.308	0.302	0.296
4	0.232	0.228	0.221	0.215	0.209
5	0.180	0.177	0.170	0.163	0.157
6	0.147	0.143	0.136	0.129	0.123
7	0.122	0.119	0.112	0.105	0.099
8	0.104	0.101	0.094	0.087	0.081
9	0.090	0.087	0.080	0.073	0.068
10	0.079	0.075	0.069	0.062	0.057
11	0.070	0.066	0.060	0.053	0.048
12	0.062	0.059	0.052	0.048	0.041
13	0.056	0.052	0.046	0.040	0.036
14	0.051	0.047	0.041	0.035	0.031
15	0.046	0.042	0.036	0.031	0.027
16	0.042	0.038	0.032	0.027	0.023
17	0.038	0.035	0.029	0.024	0.020
18	0.035	0.032	0.026	0.021	0.018
19	0.032	0.029	0.024	0.019	0.016
20	0.030	0.027	0.021	0.017	0.014
21	0.027	0.025	0.019	0.015	0.012
22	0.025	0.023	0.018	0.014	0.011
23	0.024	0.021	0.016	0.012	0.010
24	0.022	0.019	0.015	0.011	0.008
25	0.020	0.018	0.013	0.010	0.007
26	0.019	0.016	0.012	0.009	0.007
27	0.018	0.015	0.011	0.008	0.006
28	0.017	0.014	0.010	0.007	0.005
29	0.016	0.013	0.009	0.006	0.005
30	0.015	0.012	0.008	0.006	0.004
31	0.014	0.011	0.008	0.005	0.004
32	0.013	0.011	0.007	0.005	0.003
33	0.012	0.010	0.006	0.004	0.003
34	0.011	0.009	0.006	0.004	0.003
35	0.011	0.008	0.005	0.003	0.002

Exemple : Taux d'amortissement nécessaire pour amortir un capital dans 30 ans au taux de 5 0/0.

Pour $n = 30$, et $T = 5$ on trouve 0.015, le taux cherché est donc 1,50 0/0 du capital.

Annuités au moyen desquelles l'on peut amortir un capital de 1 franc.

Nombre d'années <i>n</i>	TAUX DE L'INTÉRÊT									
	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6	7	8	10	12
1	1.030	1.035	1.040	1.045	1.050	1.056	1.070	1.080	1.100	1.120
2	0.522	0.526	0.530	0.533	0.537	0.545	0.553	0.560	0.576	0.592
3	0.353	0.356	0.360	0.363	0.367	0.374	0.381	0.388	0.402	0.416
4	0.269	0.272	0.275	0.278	0.282	0.288	0.295	0.301	0.315	0.329
5	0.218	0.221	0.224	0.227	0.230	0.237	0.243	0.250	0.263	0.277
6	0.184	0.187	0.190	0.193	0.197	0.203	0.209	0.216	0.229	0.243
7	0.160	0.163	0.166	0.169	0.172	0.179	0.185	0.192	0.205	0.219
8	0.142	0.145	0.148	0.151	0.154	0.161	0.167	0.174	0.187	0.201
9	0.128	0.131	0.134	0.137	0.140	0.147	0.153	0.160	0.173	0.188
10	0.117	0.120	0.123	0.126	0.129	0.135	0.142	0.149	0.162	0.177
11	0.108	0.111	0.114	0.117	0.120	0.126	0.133	0.140	0.153	0.168
12	0.100	0.103	0.106	0.109	0.112	0.119	0.125	0.132	0.146	0.161
13	0.0940	0.0970	0.100	0.103	0.106	0.112	0.119	0.126	0.140	0.156
15	0.0885	0.0915	0.0946	0.0978	0.101	0.107	0.114	0.121	0.135	0.151
15	0.0837	0.0868	0.0899	0.0931	0.0963	0.102	0.109	0.116	0.121	0.147
16	0.0796	0.0826	0.0858	0.0890	0.0922	0.0983	0.105	0.112	0.127	0.143
17	0.0759	0.0790	0.0821	0.0854	0.0886	0.0954	0.102	0.109	0.124	0.140
18	0.0727	0.0758	0.0789	0.0822	0.0855	0.0923	0.099	0.106	0.121	0.138
19	0.0698	0.0729	0.0761	0.0794	0.0827	0.0896	0.0967	0.104	0.119	0.136
20	0.0672	0.0703	0.0735	0.0768	0.0802	0.0871	0.0943	0.101	0.117	0.134
21	0.0648	0.0680	0.0712	0.0746	0.0779	0.0850	0.0922	0.099	0.115	0.132
22	0.0627	0.0659	0.0691	0.0725	0.0759	0.0830	0.0904	0.0980	0.114	0.131
23	0.0608	0.0640	0.0673	0.0706	0.0741	0.0812	0.0887	0.0964	0.112	0.130
24	0.0590	0.0622	0.0655	0.0689	0.0724	0.0796	0.0871	0.0949	0.111	0.128
25	0.0574	0.0606	0.0640	0.0674	0.0709	0.0782	0.0858	0.0936	0.110	0.127
26	0.0559	0.0592	0.0626	0.0660	0.0695	0.0769	0.0845	0.0925	0.109	0.127
27	0.0545	0.0578	0.0612	0.0647	0.0682	0.0756	0.0834	0.0914	0.108	0.126
28	0.0532	0.0566	0.0600	0.0635	0.0671	0.0745	0.0823	0.0904	0.107	0.125
29	0.0521	0.0554	0.0588	0.0624	0.0660	0.0735	0.0814	0.0896	0.106	0.125
30	0.0510	0.0543	0.0578	0.0613	0.0650	0.0726	0.0805	0.0888	0.106	0.124
31	0.0499	0.0533	0.0568	0.0604	0.0641	0.0717	0.0797	0.0881	0.104	0.124
32	0.0490	0.0524	0.0559	0.0595	0.0632	0.0710	0.0790	0.0874	0.104	0.123
33	0.0481	0.0515	0.0551	0.0587	0.0624	0.0702	0.0784	0.0868	0.104	0.123
34	0.0473	0.0507	0.0543	0.0579	0.0617	0.0695	0.0777	0.0863	0.104	0.123
35	0.0465	0.0499	0.0535	0.0572	0.0610	0.0689	0.0772	0.0858	0.103	0.122

EXEMPLE. — Avec quelle annuité pourra-t-on amortir en 30 ans un capital placé à 5 0/0 ?

Le nombre qui correspond à $n = 30$ et à $T = 5$ dans le tableau précédent est 0,065; donc on devra payer 0,065 du capital pour l'amortir en 30 ans. Ce nombre correspond exactement à l'exemple de la page précédente.

Tables de transformation.

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 25 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 25 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

Fractions ordinaires en fractions décimales (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	0,606
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	0,555	0,754	7/9	0,777	0,882	0,920
4/7	0,571	0,756	0,830	1/12	0,083	0,289	0,437
5/7	0,714	0,845	0,894	5/12	0,416	0,645	0,747
6/7	0,857	0,926	0,950	7/12	0,583	0,764	0,836

Degrés d'inclinaison en pentes métriques.

Degrés d'inclinaison	Pente métrique	Degrés d'inclinaison	Pente métrique
0°15	0,00435	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

Litres par seconde en litres par minute, en mètres cubes par heure et réciproquement.

Litres par seconde			Litres par minute			Mètres cubes par heure		
Litres par seconde	Litres par minute	Mètres cubes par heure	Litres par seconde	Litres par minute	Mètres cubes par heure	Litres par seconde	Litres par minute	Mètres cubes par heure
1	60	3,600	1	0,016	0,060	1	16,66	0,277
2	120	7,200	2	0,033	0,120	1	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

MESURES

Décret pris en vertu de la loi du 2 avril 1919.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, du Ministre des Affaires Étrangères, du Ministre de l'Intérieur et du Ministre des Colonies;

Vu la loi du 2 avril 1919 sur les unités de mesure, et notamment les paragraphes 3, 4 et 5 de l'article 2 de ladite loi décrète :

Article 1. — Les unités secondaires de mesure se subdivisent en unités géométriques, de masse, de temps, mécanique, électriques, calorifiques, optiques; ces unités sont énumérées et définies au tableau qui suit.

Art. 2. — Sont autorisés à titre provisoire l'emploi et la dénomination des unités géométriques et mécaniques ci-après :

Longueur : le mille marin = 1,852 m. — **Force** : kilogramme-poids ou kilogramme force = 0,98 centisthène. — **Energie** : le kilogrammètre = 9,8 joules. — **Puissance** : cheval-vapeur = 75 kilogrammètres par seconde ou 0,735 kilowatt et poncelet = 100 kilogrammètres par seconde ou 0,98 kilowatt. — **Pression** : kilogramme force par centimètre carré = 0,98 hectopièze.

Art. 3. — Pour la France, les Colonies et pays français de protectorat, les étalons légaux du mètre et du kilogramme sont la copie n° 8 du mètre international et la copie n° 35 du kilogramme international déposées au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Art. 4. — Un arrêté ministériel fixera les règles à suivre pour la conservation des étalons des unités principales et secondaires.

Art. 5. — Est approuvé, pour être annexé au présent décret, le tableau général des unités légales de mesure, dressé en exécution de la loi du 2 avril 1919.

Art. 6. — Est approuvée, pour être annexée au présent décret, la table de correspondance des degrés Baumé et des densités dressée par la Commission de Métrologie usuelle et approuvée par le Bureau National des Poids et Mesures et l'Académie des Sciences.

Art. 7. — Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, le Ministre des Affaires Étrangères, le Ministre de l'Intérieur, le Ministre des Colonies sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 26 juillet 1919.

R. POINCARÉ.

ANNEXE I

Tableau général des unités commerciales et industrielles

Tableau des multiples et sous-multiples décimaux

Puissance de 10 par laquelle est multipliée l'unité.	Préfixe à mettre avant le nom de l'unité.	Symbole à mettre avant celui de l'unité.
10 ⁶ ou 1.000.000	méga.	M.
10 ⁵ 100.000	hectokilo.	hk.
10 ⁴ 10.000	myria.	ma.
10 ³ 1.000	kilo.	k.
10 ² 100	hecto.	h.
10 ¹ 10	déca.	da.
10 ⁰ 1	»	»
10 ⁻¹ 0,1	déci.	d.
10 ⁻² 0,01	centi.	c.
10 ⁻³ 0,001	milli.	m.
10 ⁻⁴ 0,000.1	décimilli.	dm.
10 ⁻⁵ 0,000.01	centimilli.	cm.
10 ⁻⁶ 0,000.001	micro.	μ.

Nota. — Le système dit C. G. S. est basé sur le centimètre, le gramme (masse) et la seconde comme unités principales. — Le système dit M. T. S. est basé sur le mètre, la tonne (masse) et la seconde comme unités principales.

UNITÉS COMMERCIALES et INDUSTRIELLES		MULTIPLIÉS et S/MULTI-USUÉS		DÉNOMINATION	SYMBOL	VALEUR	OBSERVATIONS
NATURE	DÉFINITION	ÉTALON et REPRÉSENTATION	VALEUR NUMÉRIQUE				
I - Unités géométriques							
Longueur	MÈTRE	Longueur, à la température de 0 degré, du prototype international en platine iridié, qui a été sanctionné par la conférence générale des poids et mesures tenue à Paris en 1889, et qui a été déposée au pavillon de Breteuil, à Sevres (1)	Étalon Copie N°8 du mètre prototype international, déposée au Conservatoire national des arts et métiers	10 ³	Kilomètre km	1 000 000 m	Base du système M.T.S. Unité principale
				10 ²	Décimètre dm	100 m	
Longueur	Mille marin	Longueur moyenne de la minute sexagésimale de latitude terrestre		10 ³	Kilomètre km	1 852 m	Simples pour la mesure des longueurs marines
				10 ²	Décimètre dm	100 m	
Superficie	Mètre carré	Superficie contenue dans un carré de 1 mètre de côté		10 ⁴	Hectare ha	10 000 m ²	Simples pour le mesurage des surfaces agricoles
				10 ³	Arbre a	1 000 m ²	
Volume	Mètre cube	Volume contenu dans un cube de 1 mètre de côté		10 ³	Kilomètre cube km ³	1 000 000 000 m ³	Mesures de capacité pour les liquides, céréales et matières pulvérulentes • Le litre, défini par les métrologistes comme étant le volume d'une masse de 1 kilogramme d'eau à 4° et sous la pression de 76 centimètres de mercure, occide de quinze de la décimètre cube
				10 ²	Décimètre cube dm ³	1 000 m ³	
Angle droit	Angle droit	Angle formé par deux droites se coupant sous des angles adjacents égaux.		10 ³	Degré °	1/360 D	• Le symbole ° peut être employé quand la nature de l'unité considérée ne fait pas doute, notamment lorsque l'angle exprimé comprend des minutes ou même tenons que des degrés
				10 ²	Décigrade dg	100 D	
				10 ¹	Centigrade cg	1 000 D	
				10 ⁰	Milligrade mg	1 000 000 D	
				10 ⁻¹	Degré °	1 D	
				10 ⁻²	Milligrade m°	100 D	
				10 ⁻³	Second angle s°	1 000 D	

(1) Comme le mètre des Archives, sur lequel il a été copié, le prototype international du mètre est d'origine 0°22' au nord à la distance méridienne partie de la distance de Paris à la ligne de l'équateur, dans les environs de Suède.

UNITÉS COMMERCIALES et INDUSTRIELLES		MULTI ^N et S/MULTI ^N USUELS		OBSERVATIONS	
DEFINITION	ETALON ET REPRESENTATION	Denominat ^N	VALEUR		
II-Unités de masse					
Masse KILOGRAMME	Masse du prototype international en platine irridié, qui a été sanctionné par la conférence générale des Poids et Mesures tenue à Paris en 1889, et qui est déposée au pavillon de Brétouil, à Sèvres (1).	Etalon	1 10 ⁶ TONNE t	10 ⁶ ou 1000 kg	Base du système MTS
			10 ³ 10 ³ Quintal Q	10 ³ ou 1000 kg	
			10 ² Hectogr ^r hg	100	Base du système CGS
			10 ¹ Decagr ^r dag	10	
			GRAMME g	1	
			Decigr ^r dg	0,1	
Centigr ^r cg	0,01				
Milligr ^r mg	0,001				
		Carat		2 dg	
Densité Degré densimétrique	La densité des corps se mesure en nombres décimaux, celle des corps qui à la mesure de l'épave sous le volume de l'indré cube étant prise comme unité.				Leau prise à l'air, à 4 sous la pression d'une colonne de mercure de 76 Centimètres de hauteur, a une densité égale à l'unité (2).
	Dans les transactions commerciales, le nombre de degrés alcoolométriques d'un mélange d'alcool et d'eau pure à la température de 15° correspond au titre volumétrique, suivant l'échelle volumétrique centésimale de Gay-Lussac définie à l'art. 2 du décret du 27 déc. 1886.				La graduation des alco-mètres et pour base le tableau des densités des mélanges d'alcool et d'eau pure est au présent décret.
III Unités de temps					
Temps Seconde	365,25 du jour solaire moyen		Jour J	86 400 s	Le symbole de peut être employé lorsque l'on s'agit d'un jour solaire moyen.
			Heure h	3 600 s	
			Minute mn	60 s	
			1 1 SECONDE s	1 s	Base des systèmes MTS et CGS. Unité principale.
IV Unités mécaniques					
Force Stène	Force qui, communiquée à une masse égale à l'unité, un accroissement de vitesse de mètre par seconde.		Kilostène k st	1000 st	Megadyne
			10 ³ 10 ³ Dyne	10 ³ ou 1000 st	
Force Kilogr. poids Kilob. dyna	Force avec laquelle une masse égale à 1 Kilogramme est attirée par la terre.		Kilogr. poids kp	9,806 65 st	Les valeurs pratiques ci-dessus peuvent être employées dans toute la France (sauf erreur inévitable de 1/1000).
			10 ³ 10 ³ Dyne	10 ³ ou 1000 kp	
Energie ou Travail Kilojoule	Travail produit par 1 stène dans le point d'application se déplace de 1 mètre dans la direction de la force.		Megajoule MJ	1000 kJ	1 Kilowatt-heure correspond à 3,6 megajoules.
			10 ³ 10 ³ Joule J	10 ³ ou 1000 kJ	
Energie ou Travail Kilogramme	Travail produit par 1 Kilogramme-force dont le point d'application se déplace de 1 mètre dans la direction de la force.		Kilogramme-force	9,806 65 J	Le Kilogramme international diffère numériquement très peu du Kilojoule.
			10 ³ 10 ³ Joule J	10 ³ ou 1000 J	
Puissance Kilowatt	Puissance qui produit 1 Kilojoule par seconde.		Kilowatt kW	1 kW	Le Kilowatt international diffère numériquement très peu du Kilowatt.
			10 ³ 10 ³ Watt W	10 ³ ou 1000 W	
Puissance Cheval vapeur	Puissance correspondant à 100 Kilogrammes par seconde.		Forcales	0,98 KW	Le Kilowatt international diffère numériquement très peu du Kilowatt.
			Chev. vap.	0,75 Forcales ou 0,735 KW	

(1) Comme le kilogramme des Archives, le prototype international du kilogramme se compose d'un minime 27 milligrammes de la masse du décimètre cube d'eau prise à son maximum de densité, définie au premier du kilogramme.

UNITÉS COMMERCIALES et INDUSTRIELLES			MULTI et S/MULTI USUELS		OBSERVATIONS
UNITÉ	DEFINITION	ÉTALON et REPRÉSENTATION	VAL EN M.T.S.	VAL EN C.G.S.	
P.R.E.S.S.I.O.N	Pression uniforme qui, ré partie sur une surface de 1mètre carré, produit un effort total de 1 Sténie		Myriapéses	mpes	10 000 ps
			Hectapéses	hpes	100 ps
Kilogr-poids ou unité surface	Pression uniforme qui, ré partie sur la surface prise pour unité, produit un effort total de 1 Kilogramme poids		Pièze	ps	1 ps
			Centipéses	cps	$\frac{1}{100}$ ps
			Barye		$\frac{1}{10000}$ ps
A titre transitoire					
			Kilgr-poids par m.m. d'épaisseur		0,98 mpes
			Kilgr-poids par cm ²		0,98 hpes
			Kilgr-poids par dm ²		0,98 ps
			Kilgr-poids par m ²		0,98 cps

V-Unités électriques

UNITÉ	DEFINITION	ÉTALON et REPRÉSENTATION	VAL EN M.T.S.	VAL EN C.G.S.	OBSERVATIONS
Résistance électrique Ohm	1 millièrre d'unités de résistance du système électromagnétique C.G.S.	Etalon Ohm international système offerte à un courant invariable par une colonne de mercure de section uniforme, gaine et température de 0°, ayant une longueur de 108,330" et une masse de 14,9527g	Mégohm	Mo	1 000 000 Ω
			DHM	Ω	1 Ω
Résistance électrique Ampère	1 dixième de l'unité de courant du système électromagnétique C.G.S.	Représentation Ampère international, intensité du courant uniforme qui déplace par seconde 0,001/1000 g d'argent par électrolyse d'une solution aqueuse de sulfate d'argent.	Kilampère	kA	1 000 A
			AMPÈRE	A	1 A
			Milampère	mA	$\frac{1}{1000}$ A
Différence de potentiel Volt	Différence de potentiel existant entre les extrémités d'un conducteur dont la résistance est 1 ohm, traversé par un courant invariable égal à 1 ampère	Représentation Kil international, une différence de potentiel de 1 volt est la force électromotrice à la température de 20° de la pile au sulfate de cadmium.	Volt	V	1 V
			Millivolt	mV	$\frac{1}{1000}$ V
			Microvolt	μV	$\frac{1}{1000000}$ V
Quantité d'électricité Coulomb	Quantité d'électricité transportée, pendant une seconde, par un courant invariable de 1 ampère	Représentation Coulomb international, quantité d'électricité qui correspond à une quantité électrolytique de 0,00111806g d'argent.	Kilocoulomb	kC	1 000 C
			Coulomb	C	1 C

UNITÉS COMMERCIALES et INDUSTRIELLES

MULTI et S/MULTI USUELS

UNITÉ	DEFINITION	ÉTALON et REPRÉSENTATION	VAL EN M.T.S.	VAL EN C.G.S.	OBSERVATIONS
VI-Unités caloriques					
Température Degré Centésimal	Pour les températures supérieures à 240°. Formation de température produisant la condensation partielle de l'accroissement de pression que subit une masse d'un gaz parfait quand, la volume étant constant, la température passe du point 0 degré (température de la glace fondante) au point 100° (température d'ébullition de l'eau), ces deux points répondant aux définitions qui en ont été données les conférences générales des poids et mesures de 1889 et de 1913.	Représentation Variation de température qui produit la condensation partielle de l'accroissement de pression que subit une masse d'hydrogène, quand, le volume étant constant, la température passe de celle de la glace pure fondante (0°) la celle de la vapeur d'eau saturée en équilibre à 100° sous la pression atmosphérique normale; la pression atmosphérique normale est représentée par la pression d'une colonne de 760 mm de hauteur ayant la densité de 0,125325 et soumise à l'intensité normale de la pesanteur mesurée par une accélération égale à 9,80665 m/sec ² et en secondes.	DEGRÉ CENTÉSIMAL	°	Unité principale
Quantité de Chaleur Thermie	Quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré centésimal la température d'une masse de 1 litre d'un corps dont la chaleur spécifique est égale à celle de l'eau à 15°, sous la pression de 0,1013 hectopéses (pression atmosphérique normale).		Thermie	th	1 th
			Mil.thermie	mt	$\frac{1}{1000}$ th
			Grande calorie	grcal	1 grcal
			Petite calorie	pcal	$\frac{1}{1000}$ grcal
			Footpound	ftlb	Pratiquement la microthermie équivaut à 4,18 joules (1 joule à 0,239 Kilogramme force dans l'étendue de 0 à 1000 cm ²)
			Footpound	ftlb	Simple dans les industries frigorifiques

UNITES COMMERCIALES et INDUSTRIELLES		Mult et S/Mult usuels		OBSERVATIONS	
SYMBOL	DÉFINITION	ETALON et REPRÉSENTATION	DENOMINATION SYMBOLE		VALEUR
VII - Unités optiques					
Intensité lumineuse	Bougie décimale	Étalon. Étalon Vieille, source lumineuse constituée par une aère, égale à celle d'un carré de rom de côté, prise à la surface d'un bain de platine reposant normalement à la température de la solidification, conformément aux données de la conférence internationale des électrotechniciens en 1889, et du Congrès pour l'unité internationale de la représentation.	Bougie décimale	hd	Unité principale
		La bougie décimale est représentée pratiquement et d'une manière permanente par une flambée déterminée de la magnitude des intensités moyennes, mesurées perpendiculairement à l'axe d'un moule conique dans des concentrations déposées au Conservatoire national des arts et métiers.			
Flux lumineux	Lumen	Flux lumineux, émanant d'une source uniforme, de dimensions infiniment petites et d'intensité égale à 1 bougie décimale et rayonne, en 1 seconde, dans l'angle solide qui découpe une aère égale à un quart de sphère de 1 m de rayon, ayant pour centre la source.	Lumen	lu	
Éclairement	Lux	Éclairement d'une surface de 1 m ² recevant un flux de 1 lumen, uniformément réparti.	Phot LUX	lx	10 000 Lx 1 Lx
Puissance optique	Dioptrie	Puissance d'un système optique dont la distance focale est de 1 mètre.	Dioptrie.	D.	

**ANNEXE II
CORRESPONDANCE DES DEGRÉS BAUMÉ⁽¹⁾ ET DES DENSITÉS
TABLE I**

Aéromètres pour liquides moins denses que l'eau

Degrés Baumé	DENSITÉS										
10 B	1.0000	24 B	0.9118	38 B	0.8375	52 B	0.7746	66 B	0.7204	80 B	0.6736
11	0.9831	25	0.9058	39	0.8227	53	0.7684	67	0.7169	81	0.6703
12	0.9663	26	0.8996	40	0.8179	54	0.7623	68	0.7132	82	0.6673
13	0.9500	27	0.8946	41	0.8135	55	0.7582	69	0.7098	83	0.6641
14	0.9350	28	0.8891	42	0.8185	56	0.7543	70	0.7063	84	0.6610
15	0.9205	29	0.8837	43	0.8139	57	0.7504	71	0.7029	85	0.6580
16	0.9061	30	0.8783	44	0.8095	58	0.7464	72	0.6995	86	0.6550
17	0.8937	31	0.8730	45	0.8048	59	0.7425	73	0.6961	87	0.6521
18	0.8815	32	0.8677	46	0.8004	60	0.7387	74	0.6928	88	0.6492
19	0.8700	33	0.8625	47	0.7959	61	0.7350	75	0.6895	89	0.6464
20	0.8585	34	0.8574	48	0.7916	62	0.7315	76	0.6862	90	0.6436
21	0.8475	35	0.8523	49	0.7873	63	0.7281	77	0.6829		
22	0.8365	36	0.8473	50	0.7830	64	0.7247	78	0.6797		
23	0.8255	37	0.8424	51	0.7788	65	0.7214	79	0.6765		

Densités calculées, avec le module 144.32 par la formule $D = \frac{144.32}{156 + 2.7n}$ ou $n = \frac{D - \text{densité}}{156 - D} \times \text{degré Baumé}$

TABLE II
Aéromètres pour liquides plus denses que l'eau

Degrés Baumé	DENSITÉS										
0 B	1.0000	12 B	1.0930	24 B	1.1995	36 B	1.3324	48 B	1.4983	60 B	1.7116
1	1.0070	13	1.0990	25	1.2095	37	1.3448	49	1.5141	61	1.7321
2	1.0141	14	1.0142	26	1.2197	38	1.3574	50	1.5301	62	1.7532
3	1.0212	15	1.1160	27	1.2301	39	1.3703	51	1.5465	63	1.7747
4	1.0285	16	1.1274	28	1.2407	40	1.3834	52	1.5633	64	1.7968
5	1.0359	17	1.1385	29	1.2515	41	1.3968	53	1.5804	65	1.8195
6	1.0434	18	1.1425	30	1.2624	42	1.4105	54	1.5979	66	1.8427
7	1.0510	19	1.1518	31	1.2736	43	1.4244	55	1.6158	67	1.8665
8	1.0587	20	1.1609	32	1.2849	44	1.4388	56	1.6341	68	1.8910
9	1.0665	21	1.1703	33	1.2964	45	1.4537	57	1.6528	69	1.9164
10	1.0745	22	1.1798	34	1.3082	46	1.4692	58	1.6719	70	1.9428
11	1.0825	23	1.1895	35	1.3203	47	1.4853	59	1.6915		

Densités calculées, avec le module 144.32 par la formule $D = \frac{144.32}{156 - 2.7n}$ ou $n = \frac{D - \text{densité}}{156 - D} \times \text{degré Baumé}$

(1) Ces degrés Baumé sont ceux qui sont en usage en France. Les degrés Baumé pour certains liquides ne seront plus admis ultérieurement dans les transactions commerciales.
 Le pour 1000 est donné au lieu de 100 parties 1000.
 IRIS LILLIAD - Université Lille
 CLÉMENTEL

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
Kilomètres 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.	0,200
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.

Ounce. — Pour l'or et l'argent, on compte par *onces* (oz) de g. 31,103496 *deniers* (dwt) de 1^{re}.55 et *grains* (grn) de 0^{re}.0647.

Baril. — Le pétrole est compté officiellement, en Amérique, par *barils* de 2 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 g. 34,65.

Mesures anglaises.

Abréviations usuelles	Noms systématiques	Valeurs relatives	Valeurs en 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 Rod ou perch.....	4 poles.....	5.02909
"	Chain.....	220 Yds	20.11636
"	Furlong.....	1760 Yds	201.4636
Mi.	Mile.....	3,454 mi.....	1.609.3088
"	Lieue marine.....		5.558.5525
<i>Mesures de superficie.</i>			Mètres carrés
"	Square inch ou pouce carré.....	"	0.000645
"	Square foot ou pied carré.....	144 pouces carrés.....	0.0929
"	Square yard.....	9 pieds carrés.....	0.8361
"	Square pole.....	30 yards carrés.....	25.292
"	Square rood.....	1210 yards carrés.....	1.011.68
"	Square acre.....	4840 yards carrés.....	4.046.72
<i>Mesures de capacité.</i>			Litres
"	Gill.....	4 Gills.....	0.1420
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 bushels.....	36.3477
"	Quarter.....	5 quarters.....	290.7813
"	Load.....	36 bushels.....	1.453.9065
"	Chaldron.....		1.308.5160
<i>Mesures cubiques.</i>			Mètres cubes
"	Cubic inch, pouce cube.....	"	0.000016
"	Cubic foot, pied cube.....	1728 pouces cubes.....	0.028315
"	CUBIC YARD.....	27 pieds cubes.....	0.764505
"	Tonneau de mer.....	40 pieds cubes.....	1.1326
<i>Poids.</i>			
1° Mesures dites <i>Troy Weight</i> (non usitées, sauf pour les métaux précieux et la pharmacie).			Grammes
"	Grain.....	"	0.065
"	Penny weight.....	24 Grains.....	1.555
"	Ounce.....	30 Pennyweights.....	31.403
"	TROY POUND.....	12 Ounces.....	373.233
2° 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.....	16 Oz.....	453.593
St.	Stone.....	14 Lb.....	6.350.297
Qr.	Quarter.....	2 St.....	12.700.594
Cwt.	Hundred weight.....	4 Qr.....	50.802.377
Ton.	Ton.....	20 Cwt.....	1.016.047.544

Outre cette tonne de 1.016^{kg} (2.240 pounds), il existe une tonne de 907^{kg} (2.000 pounds), dite short ton, peu usitée en Angleterre, mais d'un emploi général aux Etats-Unis, où elle sert pour exprimer des poids de charbon : pour les autres masses lourdes (locomotives par exemple), les poids sont généralement exprimés en livres, et non en tonnes.

Principales mesures spéciales à certains pays étrangers.

Pays	Noms	Valeur
Mesures de longueur.		
Bulgarie	<i>archine</i>	0 ^m ,67
	<i>ped</i>	0,304
Russie	<i>archine</i> (unité)	0,711
	<i>sagène</i>	2,133
	<i>verste</i>	1 ^{km} ,066
Turquie	<i>archine</i>	0 ^m ,757
	<i>pic archene halebi</i> (soieries et laines)	0,685
	<i>pic archene indasé</i> (étouffes de coton)	0,652
Chine	<i>ying</i>	35,80
Indes anglaises	<i>cubit ou hant</i>	1,828
Japon	<i>shaku</i> (unité)	0,303
Perse	<i>guèze ordinaire</i>	0,63
	<i>diraa baladi</i> (tissus)	0,58
Egypte	<i>diraa minari</i> (architectes)	0,75
	<i>kassalah</i>	3,55
Haiti	<i>aune</i>	1,188
Mesures de poids.		
Bulgarie	<i>oka</i>	1 ^{kg} ,284
Russie	<i>fount</i> (unité)	0,409
	<i>poud</i>	16,380
Turquie	<i>oke</i>	1,283
	<i>kantar</i>	56,450
Chine	<i>picul</i> (100 catties)	60,480
Indes anglaises	<i>bazar Maund</i>	37,251
	<i>bazar de factorerie</i>	33,865
Japon	<i>kan</i> (unité)	3,750
Perse	<i>batman</i>	2,970
Egypte	<i>kantar</i>	44,928
Haiti	<i>livre</i>	0,489

Anciennes mesures françaises.

L'unité de longueur était la *toise*, qui valait 6 *pieds* ; le *ped*, 12 *pouces* ; le *pouce* valait 12 *lignes*, et la *ligne*, 12 *points*.

Mesures de longueur.

Toise	1 ^m ,94903
Pied, 1/6 de toise	0 ^m ,32483
Pouce, 1/12 de pied	0 ^m ,02706
Ligne, 1/12 de pouce	0 ^m ,00225

Inversement.

1 mètre vaut..... 0,513073 toise.
1 mètre vaut : 3 pieds et 11,296 lig.

Mesures de superficie.

Toise carrée	3 ^m ,7987
Pied carré	0 ^m ,1055

Monnaies.

France. — La loi monétaire du 25 juin 1928 a déterminé que le franc, unité monétaire française, est constitué par 65,5 milligrammes d'or au titre de 900 millièmes d'or pur. — Le franc contient donc 0 gr. 05895 d'or pur.

Les pièces d'or seront de 100 francs au titre de 900 millièmes, pesant 6,55 grammes.

Les pièces d'argent seront de 10 et 20 francs au titre de 686 millièmes, pesant 16 et 20 grammes. Leur valeur n'a donc qu'un caractère fiduciaire : elle est respectivement de 3 fr. 40 et 6 fr. 80.

Les jetons de 2 fr., 1 fr., 0 fr. 50 seront remplacés par des jetons de bronze d'aluminium perforés à tranches lisses.

Les billets de 5, 10 et 20 francs n'auront plus cours légal à partir du 31 décembre 1932.

Monnaies des pays étrangers.

	Francs.
Allemagne.....	Reichsmark (100 pfennigs)..... 6,08
Angleterre.....	Livre sterling (20 shillings)..... 124,21
Autriche.....	Shilling 3,59
Belgique.....	Belga..... 3,548
Bulgarie.....	Leva (100 stotinki).....
Danemark.....	Krone (100 ore)..... 6,845
Espagne.....	Peseta (100 centimos)..... 4,925
Finlande.....	Markkaas (100 pennis)..... 0,643
Grèce.....	Drachme (100 lepta)..... 0,351
Hongrie.....	Pingü (100 fillers)..... 0,446
Italie.....	Lire (100 centesimi)..... 1,343
Norvège.....	Krone (100 ore)..... 6,845
Pays-Bas.....	Gulden (100 cents)..... 10,259
Pologne.....	Zloty..... 2,862
Portugal.....	Escudo (100 centavos)..... 27,580
Roumanie.....	Leu (100 bani)..... 4,925
Russie.....	Rouble (100 kopecks)..... 13,132
Suède.....	Krona (100 ore)..... 6,845
Suisse.....	Franc (100 centimes)..... 4,925
Turquie.....	Livre turque (100 piastres).....
Yougo-Slavie.....	Dinar (100 paras)..... 1,921
Chine.....	Taël (100 candaréens).....
Indes anglaises.....	Roupie (16 annas).....
Japon.....	Yen (100 sen)..... 12,722
Perse.....	Kran (20 e chahis).....
Siam.....	Tical (100 satangs ou cents).....
Egypte.....	Livre égyptienne (100 piastres).....
Erythrée.....	Tallero (100 centièmes).....
Ethiopie.....	Talari (100 centièmes).....
Argentine.....	Peso (100 centavos)..... 10,384
Bolivie.....	Boliviano (100 centavos).....
Bésil.....	Milreis.....
Chili.....	Peso (100 centavos).....
Colombie.....	Peso (100 centavos).....
Costa-Rica.....	Colon (100 centimos).....
Dominicain.....	Peso (100 centavos).....
Equateur.....	Piastre ou sucre (100 centavos).....
Etats-Unis.....	Dollar (100 cents)..... 25,523
Guatemala.....	Peso (100 centavos).....
Haïti.....	Piastre ou Gourde (100 centièmes).....
Honduras et Salvador.....	Peso (100 centavos).....
Mexique.....	Peso (100 centavos)..... 12,722
Nicaragua.....	Cordoba (100 centavos).....
Panama.....	Balboa (100 centièmes).....
Paraguay.....	Peso (100 centavos).....
Pérou.....	Livre péruvienne (100 dineros).....
Uruguay.....	Piastre (100 centesimos)..... 26,397
Vénézuéla.....	Bolivar (100 centimos).....
Philippines.....	Peso (100 centavos).....

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.....	1,806
Hydrogène.....	0,0692	Ammoniaque.....	0,59
Oxygène.....	1,1056	Protoxyde d'azote.....	1,614
Azote.....	0,972	Bioxyde d'azote.....	1,037
Chlore.....	2,450	Oxyde de carbone.....	0,968
Gaz des marais, CH ⁴	0,558	Acide carbonique.....	1,53
Gaz d'éclairage.....	0,399	Acide sulfureux.....	2,27
Hydrogène bicarboné, C ² H ⁴	0,98	Acide sulphydrique.....	1,19

Densités des vapeurs par rapport à l'air.

Eau.....	0,6235	Chlorhydrate d'ammoniaque..	0,93
Alcool.....	0,794	Brome.....	5,52
Ether.....	0,736	Iode.....	8,71
Acide cyanhydrique.....	0,948	Soufre.....	2,21
Chlore.....	2,45	Phosphore.....	4,42
Chlorure de méthyl.....	1,73	Mercure.....	6,92

Densités des liquides par rapport à l'eau prise à 4°.

Mercure.....	13,596	Alcool absolu.....	0,794
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 (NO ³ H).....	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.....	0,899	Huile d'olive.....	0,917
Essence de térébenthine.....	0,86	Glycérine.....	1,264

**Table du poids d'un mètre carré de feuille de tôle en fer laminé,
cuivre rouge, plomb, zinc, étain, argent et aluminium.**

Épaisseur des feuilles	TÔLE	CUIVRE rouge	PLOMB	ZINC	ÉTAÏN	ARGENT	ALU- MINIUM
millim.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
1/4	1,947	2,197	2,838	1,715	1,825	2,652	0,675
1/2	3,894	4,394	5,676	3,430	3,650	5,305	1,350
1	7,788	8,788	11,352	6,861	7,300	10,610	2,700
2	15,576	17,576	22,704	13,722	14,600	21,220	5,400
3	23,364	26,364	34,056	20,583	21,900	31,830	8,100
4	31,152	35,152	45,408	27,444	29,200	42,440	10,800
5	38,940	43,940	56,760	34,305	36,500	53,050	13,500
6	46,728	52,728	68,112	41,166	43,800	63,660	16,200
7	54,516	61,516	79,464	48,027	51,100	74,270	18,900
8	62,304	70,304	90,816	54,888	58,400	84,880	21,600
9	70,092	79,092	102,168	61,749	65,700	95,490	24,300
10	77,880	87,880	113,520	68,610	73,000	106,100	27,000
11	85,668	96,668	124,872	75,471	80,300	116,710	29,700
12	93,456	105,456	136,224	82,332	87,600	127,320	32,400
13	101,244	114,244	147,576	89,193	94,900	137,930	35,100
14	109,032	123,032	158,928	96,054	102,200	148,540	37,800
15	116,820	131,820	170,280	102,915	109,500	159,150	40,500
16	124,608	140,608	181,632	109,776	116,800	169,760	43,200
17	132,396	149,396	192,984	116,637	124,100	180,370	45,900
18	140,184	158,184	204,336	123,498	131,400	190,980	48,600
19	147,972	166,972	215,688	130,359	138,700	201,590	51,300
20	155,760	175,760	227,040	137,220	146,000	212,200	54,000

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
mil.	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	42 617	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	21 876	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	4 130	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 barométr.	Altitude.	Hauteur barométr.
0 mètres	762 millimètres	1.147 mètres	660 millimètres
21 mètres	760	1.269	650
527	750	1.393	640
834	740	1.519	630
342	730	1.647	620
458	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	2.460	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°	Fer doux	1600°
Alcool absolu	—90°	Fonte de fer..... 1250 à	1275°
<i>Alliages :</i>		— aciérée..... 1200 à	1300°
1 plomb, 1 étain	241°	— blanche.....	1100°
1 plomb, 3 étain	186°	— grise.....	1230°
1 plomb, 5 étain	194°	— malléable	1300°
2 plomb, 9 étain, 1 zinc....	168°	Huile d'olive.....	2°,5
<i>Alliage de Darcet :</i>		Huile de palme.....	29°
1 plomb, 1 étain, 2 bismuth.	93°	Iode	113°,5
Aluminium.....	650°	Mercure.....	—38°,5
Antimoine.....	440°	Nickel.....	1452°
Argent.....	1040°	Or.....	1035°
Arsenic.....	410°	Phosphore.....	44°
Beurre.....	30°	Platine.....	1775°
Bismuth.....	265°	Plomb.....	335°
Bronze.....	900°	Soufre.....	114°
Camphre.....	195°	Stéarine.....	61°
Cire blanche.....	68°	Sucre de canne.....	160°
Cobalt.....	1478°	Sulf.....	33°
Chrome.....	1520°	Vanadium	1720°
Cuivre.....	1093°	Zinc.....	412°
Étain.....	226°		

Points d'ébullition.

Acide acétique.....	120°	Essence de térébenthine...	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°
Sel marin saturé.....	108°	Sulfure de carbone.....	46°
Créosote.....	203°	Zinc.....	929°
Eau de mer.....	103°,7		

Coefficients de dilatation linéaire.

Acier.....	0,000012	Fer.....	0,000012
Aluminium.....	0,000023	Fil de fer.....	0,000014
Argent.....	0,000020	Fonte.....	0,000011
Bois de sapin.....	0,000005	Granit.....	0,000008
Briques.....	0,000005	Gypse.....	0,000014
Bronze à canons.....	0,000018	Nickel.....	0,000013
Charbon de bois.....	0,000011	Pierre calcaire à bâtir...	0,000005
Ciment romain.....	0,000014	Plomb.....	0,000029
Cuivre.....	0,000017	Terre cuite.....	0,000005
Cuivre jaune.....	0,000019	Verre.....	0,000009
Étain.....	0,000023	Zinc.....	0,000029

ALLIANCE NATIONALE pour l'accroissement de la population française.

*Mesures prises par l'État, les Départements, les Communes,
en faveur des familles françaises et de la natalité.*

Allocations aux femmes en couches. — Lois des 17 juin, 30 juillet, 2 décembre 1917 et 24 octobre 1919. — Décret des 17 et 26 décembre 1913. — Articles 22 et 290, 54 et 164 du Code du travail. — Repos et primes d'allaitement.

Primes à la natalité. — Décret du 30 avril 1920. — Article 92, loi des finances du 30 avril 1921. — Primes de l'État aux départements et communes instituant des primes de natalité.

Allocations nationales. — Loi d'encouragement aux familles nombreuses du 22 juillet 1923. — Allocation annuelle de 360 francs par enfant à partir du quatrième.

Assistance aux familles nombreuses. — Lois des 14 juillet 1913 et 30 avril 1926. — Allocation de 270 à 300 francs.

Service militaire. — Lois des 31 mars 1928, 27 décembre 1927. — Libération anticipée, fils aîné, sursis. — Allocations aux soutiens de famille.

Réduction d'impôt. — Décret du 24 octobre 1926, loi de finances 30 décembre 1928, 29 décembre 1929, loi de finances 30 juin 1923. — Déduction à la base, déduction par enfant.

Taxe successorale. — Pas d'application si le défunt laisse deux enfants vivants.

Droits de mutation par décès. — Réduction si quatre enfants vivants.

Déduction sur les donations. — Droits réduits suivant nombre d'enfants.

Allocations compensatrices des taxes locales. — Pour le relèvement des tarifs de l'eau, du gaz, de l'électricité et des transports en commun et des droits d'octroi.

Réduction sur frais de voyage. — 30 à 70 0/0 suivant nombre d'enfants vivants.

Réductions. — Sur les dépenses dans les stations hydrominérales diurétiques ou thermales.

Bourses, trousseaux, dégrèvements. — Dans les Établissements nationaux de bienfaisance. — Décret du 8 janvier 1921. — Attributions faites suivant charges de famille.

Enseignement. — Décret 12 février 1926. — Attribution des bourses suivant nombre des enfants vivants, ou remises.

Pensions aux enfants d'une victime d'un accident de travail suivi de mort. — Lois des 1^{er} avril 1899, 12 avril 1906 et 15 juin 1914.

Retraites ouvrières et paysannes. — Loi du 5 avril 1910. — Bonification de 1/10^e pour tout assuré ayant élevé trois enfants jusqu'à 16 ans.

Logements. — Classe ouvrière et prêts aux petits propriétaires, subvention contributions, droit à l'habitation. — Bien de famille, exonérations fiscales.

Fonctionnaires pères de famille. — Indemnités, majorations de pensions. — Rapprochement des fonctionnaires mariés. — Age de la retraite, gratuité de l'externat.

Dotations aux familles nombreuses. — Cognacq-Jay, Académie française, etc...

Assurances sociales. — Loi du 5 avril 1928 et rectificatifs. — Maternité, allaitement, maladies, invalidité. — Vieillesse, décès, pensions d'orphelins, charges de famille. — Allocations et majorations, suivant nombre d'enfants.

Les sommes versées à la famille par l'État, les Départements, les Communes et les caisses de compensation dépassent 2 milliards et demi par an. Pour connaître l'ensemble des mesures dont les familles nombreuses peuvent bénéficier et les conditions à remplir, demander le tract : « Avantages réservés aux familles nombreuses » à l'Alliance nationale pour l'accroissement de la population française, 26, rue du Quatre-Septembre, Paris (2^e). (*Compte chèques postaux, Paris 152.17*).

Pour obtenir chaque jour davantage il faut être nombreux et unis. Inscrivez-vous. — Faites inscrire vos amis à l'Alliance nationale.

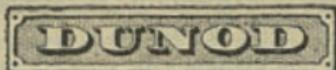
MONTANT DES COTISATIONS

	Cotisations annuelles	Membres à vie. Cotisations de rachat
Membre adhérent.....	8.....	100 francs.
Membre titulaire.....	15.....	300 —
Membre fondateur.....	50.....	500 —
Membre bienfaiteur.....		5.000 —

La cotisation de 8 francs est réservée en principe aux jeunes gens et aux pères de famille nombreuse.

Tout membre reçoit la *Revue mensuelle de l'Alliance nationale*,

EXTRAIT DU CATALOGUE 1930-1931



Voir les conditions de vente page LXIV

FASCICULE I

ORGANISATION INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

I. — ORGANISATION INDUSTRIELLE

- La Technique moderne**, publication bimensuelle illustrée. Ab. annuel France, 125 fr.; Etr., 180 fr. (164 fr. pour les pays ayant accepté l'échange du tarif postal réduit). — Le n° de l'année en cours 6 fr.
- La Pratique des Industries mécaniques**, publication mensuelle illustrée. Ab. annuel : France, 52 fr.; Etr., 74 fr. (69 fr. pour les pays ayant accepté l'échange du tarif postal réduit). — Le n° de l'année en cours 5 fr.
- Les Nouveaux livres scientifiques et industriels**, publication trimestrielle. Abonnement annuel. Etranger 20 fr. France.... 12 fr.
- La direction des ateliers**, TAYLOR. *Nouv. tir.* 1923 (510 gr.). 31 fr.
- Principes d'organisation scientifique**, TAYLOR. *Edition définitive*, N. T. 1930. In-8° (330 gr.) 12 fr.
- Le Taylorisme**, LE CHATELIER. In-8° 1928 (320 gr.)... 20 fr.
- Création, organisation et direction des usines**, MATTERN. In-8° avec figures. 2° édition 1926 (590 gr.) 49 fr.
- Organisation industrielle**, CHARPENTIER. 2° édition 1927. In-8° (970 gr.)..... 55 fr.
- L'organisation industrielle américaine appliquée aux entreprises européennes**, J. ROMAN. In-8° (500 gr.). 1927... 51 fr.
- L'organisation des approvisionnements dans l'industrie. Achats et magasins**. Ch. LALANDE. In-8° avec fig. 1929 (250 gr.). 28 fr.
- Standards. Le travail américain vu par un ouvrier français**, H. DUBREUIL. In-16, 1929 (315 gr.)..... 18 fr.
- Etude des mouvements**, méthode d'accroissement de la capacité productive d'un ouvrier, GILBRETH. N. T. (190 gr.)..... 16 50
- Etude des mouvements appliquée** GILBRETH (260 gr.). 1921. 20 fr.
- Administration Industrielle et générale**, FAYOL, 1925 (530 gr.). 20 fr.
- Méthodes économiques d'organisation dans les usines**, IZART. In-8°, avec 15 figures. *Nouv. tir.* 1919. (420 gr.)..... 25 fr.
- La sélection psycho-physiologique des travailleurs (conducteurs de tramways et d'autobus)**, LAHY. In-8° 82 fig. 1927. (480 gr.). 48 fr.
- Les examens d'aptitude professionnelle. Théorie et pratique**. F. BAUMGARTEN, traduit par M. THIERS, 1930.... (Sous presse).
- Le moteur humain et les bases scientifiques du travail professionnel**, AMAR, 2° édit. 1923, in-8°. (810 gr.)..... 86 fr.
- Les appareils transporteurs mécaniques de bureau**, JACOB. In-8°. 1929. (460 gr.)..... 48 fr.

II. — ORGANISATION COMMERCIALE

- La technique des affaires**, CHAMBONNAUD, I : *Affaires nouvelles*. 3° éd. 1926. (580 gr.), 22 fr. ; II : *Affaires et méthode scientifique*, 3° éd. 1928 (580 gr.), 28 fr. ; III : *Affaires et personnel*, 2° éd. 1920, (880 gr.), 43 fr. ; IV : *Affaires et art de traiter*, 2° éd. 1926. (570 gr.), 26 fr. ; V : *Affaires par correspondance*, 2° éd. 1926. (580 gr.). 31 fr. ; VI : *Affaires et l'imprimé*, 1920 (575 gr.), 30 fr. ; VII : *Affaires et l'annonce*. 1921 (885 gr.), 66 fr. ; VIII : *Affaires et l'affiche*, 1922. (730 gr.), 49 fr. ; IX : *Affaires et leur lancement*. 1922. (670 gr.)..... 36 fr.
Prix de la collection entière (9 vol.)..... 285 fr.
- Comment on organise une affaire commerciale**. P. SAVARY. In-8°, 1930 (260 g.)..... 30 fr.
- Comment va mon affaire? Une méthode d'auscultation commerciale**, M. NANCEY. In-8°, 1929. (530 gr.)..... 39 fr.
- La statistique appliquée aux affaires**, ISABEL. 1926. (200 gr.) 20 fr.
- Ce qu'il faut savoir pour exporter**, HORSIN-DÉON. 2° éd. 1926. (250 gr.)..... 28 fr.
- Éléments de commerce**, COUDRAY et MAURE. 1928. (525 gr.). 17 fr.
- Précis de transports commerciaux**. BRUN. I. *Transports sur route, transports par batellerie, transports maritimes, transports par air*. II. *Transports par chemins de fer*..... (Sous presse).
- L'art de vendre**, CODY et MIS. In-8°. *Nouv. tir.* 1927. (420 gr.) 23 fr.
- La représentation commerciale**, SABATIÉ. 4° éd. 1929. (375 gr.). 19 fr.
- L'organisation d'un service de vente**. URWICK et ANGÉ. (Sous presse).
- Traité pratique des sociétés commerciales** (aux points de vue comptable, juridique et fiscal). BATARDON. 5° éd. 1929. (1.750 gr.). 83 fr.
- Les Sociétés à responsabilité limitée**, POTTIER, 4° éd. 1930. (750 gr.)..... 60 fr.
- Précis intégral de publicité**, GÉRIN. 2° éd. 1926. (450 gr.). 30 fr.
- La publicité suggestive**, GÉRIN. 2° éd. 1927. In-8°. (920 gr.). 77 fr.
- L'art de faire des affaires par lettre et par annonce**, CODY et CHAMBONNAUD. 3° éd. N. T. 1930. In-16. (345 gr.)..... 22 fr.
- Le gouvernement des entreprises commerciales et industrielles**, CARLIOZ. 2° éd. 1926. In-8°, avec 47 figures. (735 gr.). 55 fr.
- Memento des fondateurs de sociétés**, BATARDON. I : *Sociétés en nom collectif, associations en participation et sociétés à responsabilité limitée*. 6° éd. 1928. (70 gr.), 9 fr. ; II : *Sociétés en commandite simple et en commandite par actions*, 5° éd. 1926. (130 gr.), 11 fr. ; III : *Sociétés anonymes*. 6° éd. 1928. (80 gr.)..... 10 fr.
- Le style commercial**, MIS, 2° éd. *Nouv. tir.* 1926. (320 gr.). 18 fr.
- Dictionnaire français-anglais de la correspondance commerciale**, BOMPAS et METTÉE. In-8°. 1919. (810 gr.)..... 50 fr.

III. — COMPTABILITÉ ET FINANCES

- Cours de comptabilité**, DUFAYEL. 2° éd. 1925. In-8°. (600 gr.). 29 fr.
- Cours pratique de Comptabilité**, BATARDON. In-16. I : *Nouv. tirage*. 1930. (520 gr.). 21 fr. ; II : 3° éd. 1929. (430 gr.)..... 21 fr.

La comptabilité à la portée de tous , BATARDON. 5 ^e édit. 1928. (320 gr.).....	16 fr.
Pour tenir sa comptabilité et vérifier ses impôts. A l'usage des commerçants et des artisans. J. TRESPREUCH, 1930 (165 gr.).	15 fr. 75
Comptabilité commerciale : les procédés modernes, système centralisateur , BATARDON. 4 ^e édit. 1929. (270 gr.).....	12 fr.
Comptabilité commerciale : la tenue des livres sur feuillets mobiles , BATARDON. 3 ^e édit. <i>Nouv. tir.</i> 1927. In-16, 14 fig. (180 gr.).	9 fr.
Notions sommaires de comptabilité industrielle , BATARDON. In-16, 2 ^e édit. <i>Nouv. tirage</i> 1928. (170 gr.).....	11 fr.
Traité pratique de comptabilité industrielle , ANSOTTE et DEFRISE. In-4 ^o , 5 ^e édit. 1922. (470 gr.).....	25 fr.
Comptabilité à résultats mensuels d'une société de distribution d'énergie électrique. DUBOULOZ. In-8 ^o VIII-150 pages, 1930 (300 gr.).....	36 fr.
Précis de comptabilité industrielle appliquée à la métallurgie , BOURNISSEN. In-8 ^o . 2 ^e édit. 1923. (450 gr.).....	28 fr.
L'inventaire et le bilan , BATARDON. 6 ^e édit. 1929. (890 gr.).	55 fr.
Petite méthode graduée pour apprendre à lire un bilan et contrôler des écritures. C. GERSTEN. In-8 ^o , 1929 (210 gr.).	20 fr.
La gestion des affaires , EDMOND. In-16, 4 ^e édit. 1923. (450 gr.).	31 fr.
Administration financière , QUESNOT. 4 ^e édit. 1930. (910 gr.).	55 fr.
L'organisation du contrôle et la technique des vérifications comptables , J. REISER. In-8 ^o . (420 gr.).....	39 fr.
Simple notions sur les changes étrangers , FAURE. 3 ^e édit. 1927. (190 gr.).....	14 fr.
Traité des opérations de change, bourse, banque. FRANCOIS et HENRY. In-8 ^o , 1929 (650 gr.).....	44 fr.
Organisation bancaire. ALHEING. In-8 ^o , 1928 (210 gr.).	19 fr.
Comptes faits. Tables des produits , CLAUDEL. 1926. (250 gr.).	19 fr.
Tables des carrés et des cubes, des nombres entiers, des longueurs des circonférences, des surfaces des cercles et des expressions trigonométriques , CLAUDEL. 1928. (220 gr.).	22 fr.
Barème intégral Morin pour le calcul des paies des ouvriers , 1930 1 ^{re} partie. 0 fr. 50 à 5 fr. <i>de l'heure</i> . In-8 ^o (535 gr.). Cartonné.....	32 fr.
2^e partie. 5 fr. 05 à 10 fr. <i>de l'heure</i> . In-8 ^o (520 gr.). Cartonné.	32 fr.
Les 2 parties réunies (880 gr.).....	60 fr.
Tarif usuel selon le système métrique pour la réduction des bois carrés et en grume , CORDOIN. 26 ^e édit. 1929. (150 gr.).	14 fr.

IV. — ÉCONOMIE. — LÉGISLATION

Précis de législation usuelle et commerciale , ANGLÈS et DUPONT. In-16, 4 ^e édit. 1927. (540 gr.).....	18 50
Précis de législation ouvrière et industrielle , DUPIN, DESVAUX et PENCIOLELLI. In-16, 2 ^e édit. 1925. (510 gr.).....	22 fr.
La protection légale des dessins et modèles , CHABAUD. 1913 (790 gr.).....	25 fr.
Précis de brevetabilité. Essai de présentation mathématique de la brevetabilité , A. PICARD. In-8 ^o . 1928. (1.230 gr.).....	50 fr.

Les salaires ouvriers et la richesse nationale , BAYLE. <i>Nouv. tirage</i> 1919. (570 gr.).....	19 50
Les meneurs et la question des salaires dans l'industrie textile . DELVOYE. In-16. 1928. (200 gr.).....	15 fr.
Formules de salaires , PAINVIN. 1921. (80 gr.).....	5 50
Comment établir les salaires de demain , DANTY-LAFRANCE. <i>Nouv. tirage</i> 1919. (120 gr.).....	7 fr.

V. — HYGIÈNE

Cours d'hygiène générale et industrielle , BATAILLER et TRESFONT. In-16, avec 148 figures. <i>Nouv. tir.</i> 1928. (610 gr.).....	13 fr.
Organisation et Hygiène sociales , <i>Essai d'hominculture</i> , AMAN. In-8 ^e , avec 110 fig. 1927. (1.190 gr.).....	126 fr.
Applications de la biologie à l'art de l'ingénieur , IMBEAUX. In-8 ^e . 1922. (400 gr.).....	23 50
Hygiène et secours et premiers soins à donner aux malades et aux blessés , NOIR. In-16, avec 79 fig. 1896. (590 gr.)...	33 50

FASCICULE 2

ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL et PROFESSIONNEL

Orientation professionnelle des jeunes gens et jeunes filles , MOUVET. In-8 ^e . 1928. (450 gr.).....	20 fr.
--	--------

I. — MATHÉMATIQUES

Cours d'arithmétique , PHILIPPE et DAUCHY. 3 ^e édit. 1929. (540 gr.).	25 fr.
Problèmes et exercices d'arithmétique, avec solutions , PHILIPPE et DAUCHY. 2 ^e édit. 1924. (500 gr.).....	25 fr.
Éléments d'arithmétique commerciale suivis de notions d'algèbre financière, à l'usage des Ecoles de commerce . P. PHILIPPE. In-8 ^e , VIII-372 p. 1930 (475 gr.).....	22 fr. 50
Éléments d'algèbre , PHILIPPE et DAUCHY, 3 ^e édit. 1925. (440 gr.).	19 fr.
Cours de géométrie , PHILIPPE et FROUMENTY. In-16, 1925. I : 374 fig. 2 ^e édit. 1925. (360 gr.), 15 fr.; II : 2 ^e édit. 1928 (490 g.)	20 fr.
Notions élémentaires de géométrie descriptive appliquée au dessin , HARANG et BEAUFILS. 5 ^e édit. 1928, 142 fig. (275 gr.).	9 75
Géométrie descriptive (candidats A. et M.) , HARANG. 3 ^e édit. 1929. (185 gr.).....	10 fr.
Trigonométrie , HARANG. In-16, 113 fig. 2 ^e édit. 1926. (220 gr.)	11 fr.
Trigonométrie rectiligne , par DORGEOT. 1920. (290 gr.)..	19 fr.
Cours préparatoire de mathématiques spéciales, Algèbre et trigonométrie , WEBER. In-8 ^e . 1925, (1.010 gr.).....	50 fr.
Mathématiques , DARIËS, 310 fig. 2 ^e édit. 1925, (660 gr.)..	42 fr.

- Les mathématiques après l'école primaire**, TRIPARD. 2^e édit. 1922. (460 gr.)..... 15 fr.
- Les mathématiques de l'ouvrier moderne**, VEZO. In-16. 3 vol.
Tome I : *Arithmétique, Algèbre*, 21 fig. 2^e édit. 1927. (375 gr.), 13 fr. — Tome II : *Géométrie*, 575 fig. 2^e édit. 1926. (410 gr.). 12 fr. — Tome III : *Mécanique*. 233 fig. 1926. (325 gr.)..... 14 fr.
- Le calcul intégral et différentiel à la portée de tout le monde**, THOMPSON et GÉRARD. In-16, 3^e édit. 1924. (470 gr.).... 35 fr.
- Le calcul intégral facile et attrayant**, BESSIÈRE. In-16, 2^e édit. 1929. (255 gr.)..... 15 fr.
- Le calcul des probabilités à la portée de tous**, HALBWACHS et FRÉCHET. In-16. avec fig. 1924. (500 gr.)..... 29 fr.
- La relativité vue simplement**. G. BESSIÈRE. In-16, 1930 (195 gr.)..... 15 fr.
- La pratique des abaques**, JAMIN. Gr. in-8^e. 1923. (650 gr.). 28 fr.

II. — DESSIN

- Carnet d'atelier. A l'usage des Ecoles primaires supérieures et des diverses écoles professionnelles**, J.-M. VALMALETTE. In-8^e, 1925. (125 gr.)..... 4 fr.
- Travaux graphiques**, JAULIN, avec 739 fig. 1909. (650 gr.). 42 fr.
- Traité de dessin géométrique**, RAULT. Tome I : *Perspective conique* (partie élém.), avec atlas de 11 pl. 1920. (310 gr.), 15 fr.; Tome II : *Perspective conique*, avec atl. de 21 pl. 1921. (540 gr.)..... 25 fr.
- Cours de dessin industriel**, DUPUIS et LOMBARD. I : *Introduction*. 395 fig. et 3 pl. 2^e édit. *Nouv. tir.* 1928. (480 gr.), 15 fr. 50; II : *Technique*, 280 fig. et 20 pl. 2^e édit. *Nouv. tirage* 1929 (440 gr.). 15 fr.; III : *Planches d'exécution* de 32 pl. 2^e édit. 1924. (420 g.). 18 fr.
- Technique du croquis et du dessin industriel**, MAREC. 3^e édit. 1926. In-4^e, avec 260 fig. et 4 pl. (420 gr.)..... 25 fr.
- Traité pratique de dessin industriel**, MARTIN. 4^e édit. 1924. (330 gr.)..... 30 fr.
- Pour le dessinateur**, DE THELLESME. (240 gr.). 1925..... 16 50
- Le dessin et la composition décorative appliqués aux industries d'art**, COUTY. In-16, avec 462 fig. *Nouv. tir.* 1922. (420 gr.). 24 fr.

III. — PHYSIQUE

- Physique (classes de Spéciales)**, BOLL et FÉRY. Tome I : *Optique* 1927. 19 fr. 50; Tome II : *Chaleur, gaz, changements d'états, électricité, magnétisme*, 1929. (720 gr.)..... 38 50
- Précis de physique**, BOLL et FÉRY. 2^e édit. *refondue*. In-8^e. Tome I : *Statique, dynamique, pesanteur, hydrostatique, optique*, 1927. (600 gr.), 40 fr.; Tome II : *Chaleur, gaz, changements d'états, électricité, magnétisme*, 1927. (720 gr.)..... 38 50
- Cours de physique générale**, OLLIVIER, I : In-8^e, avec 408 fig. 3^e édit. 1927, 84 fr.; II : In-8^e, avec 149 fig. 3^e édit. 1929. (1.310 gr.), 63 fr.; III : In-8^e, avec fig. 2^e édit. 1923. (1.400 gr.)..... 63 fr.
- Mécanique et physique à l'usage des candidats aux écoles d'Arts et Métiers**, GOUARD et IHERNAUX. 1929. (690 gr.). 36 fr.
- Notions de physique (section commerciale)**, CHAPPUIS et JACQUET. In-16, avec 271 fig., 2^e édit. 1923. (350 gr.)..... 16 fr.

Éléments de physique (section industrielle), CHAPPUIS et JACQUET.
In-16, avec 376 fig., 7^e édit. 1927. (390 gr.)..... 17 fr.

IV. — CHIMIE (voir pages XLVIII et suivantes.)

V. — MÉCANIQUE (voir pages XL et suivantes.)

VI. — ÉLECTRICITÉ (voir pages XLV et suivantes.)

VII. — FRANÇAIS, HISTOIRE ET GÉOGRAPHIE

- Les lectures de la profession**, A. et F. FRANCHET. 2^e édit. 1928.
(320 gr.) 11 50
- La culture générale des jeunes gens se destinant à l'industrie**,
A. FRANCHET et L. FRANCHET. In-16, 1921. (370 gr.)... 13 fr.
- Morceaux choisis des meilleurs auteurs français des XVII^e, XVIII^e
et XIX^e siècles**, L'ÉRIÉ et CHÉPIN. 2^e édit. 1925. (460 gr.)..... 20 fr.
- Le français, l'histoire et la géographie**, GRIGAULT. 1917. (290 gr.).
8 fr.
- La composition française, l'histoire et la géographie, aux examens des Ecoles d'A. et M.**, GRIGAULT. 1924. (110 gr.)... 6 fr.
- Cours d'histoire contemporaine**, RISSON et MOUSSET. I : *La France de 1789 à 1848*. 2^e édit. *Nouv. tirage*. 1924. (230 gr.), 13 fr.; II : *La France et le monde de 1848 à 1925. Instruction civique*. 4^e édit. 1925. (420 gr.) 18 fr.
- Cours de Géographie commerciale**, BERTRAND, 2^e édit. *mise à jour d'après les derniers traités*. 1925. (450 gr.) 21 fr.
- Géographie générale et économique**, GRIGAULT. 1926. (450 gr.) 20 fr.
- Collection des grands ports français** (voir p. LIX).

VIII. — STÉNOGRAPHIE

- Sténographie** (système Prévost-Delaunay), JULIEN. 2^e édit. 1926.
(450 gr.) 16 fr.
- Cours progressif de sténographie**, ZRYD. 1918. (420 gr.). 14 fr.
- Sténographie, 20 devoirs** (système Prévost-Delaunay). DEROUIN.
(270 gr.). 1919..... 11 fr.
- Adaptation phonétique à l'anglais**, THIÉBAULT. 3^e édit. 1922.
(100 gr.) 6 fr.
- Adaptation phonétique à l'espagnol**, POSTIF. 1920. (130 gr.). 8 fr.

IX — LANGUES ÉTRANGÈRES

- Je lis l'anglais**, CHAMBONNAUD. In-8^o. 1919. (230 gr.)..... 8 fr.
- Fred and Maud at home** (1^{er} livre d'anglais), CHAMBONNAUD et
TEXIER. 3^e édit. *Nouv. tir.* 1926. (370 gr.)..... 19 fr.
- Fred and Maud across the Channel** (2^e livre d'anglais), CHAM-
BONNAUD et TEXIER. 2^e édit. *Nouv. tir.* 1926. (350 gr.).... 16 fr.
- Fred and Maud round the World** (cours supérieur d'anglais usuel),
CHAMBONNAUD et TEXIER. In-16, avec fig. 1917. (380 gr.). 13 fr.
- Business english (anglais commercial)**, CHAMBONNAUD et TEXIER.
1926. (400 gr.) 21 fr.
- L'anglais commercial et industriel**, DELOGE et VAN GORP. 4^e édit.
1928. (410 gr.) 21 fr.

Formulaire français-anglais de correspondance commerciale.	
GILLY. 1927. (240 gr.).....	16 fr.
Primer curso de lengua castellana, LOURTAU. 2^e édit. <i>Nouv. tir.</i>	
1925. (250 gr.).....	12 fr.
Segundo curso de lengua castellana, LOURTAU. 1912. (540 g.)	15 fr.
Vade-mecum espanol del comerciante, LOURTAU et ARIZMENDI.	
In-16, avec fig. et pl. 2 ^e édit. 1920. (390 gr.).....	21 fr.
Cours d'allemand commercial, MERESSE. 2^e éd. 1925. (230 gr.)	18 fr.

FASCICULE 3

MÉCANIQUE ET MACHINES

I. — GÉNÉRALITÉS

Cours de résistance des matériaux : Application au calcul des éléments de machines, BONHOMME. In-8°, 461 fig. 1919. (1.510 gr.)	98 fr.
Comment tenir compte des chocs dans les calculs pratiques de résistance des matériaux, par JANNIN. In-8°. 1925. (490 g.)	49 fr.
La mécanique appliquée, théorique, numérique et graphique, DORGEOT. In-4°, avec 617 fig. 1918. (1.740 gr.).....	108 fr.
Cinématique théorique et appliquée, DORGEOT. 1919. (1.020 gr.)	77 fr.
Les machines motrices, DAUCHY et JACQUET. 1925. (480 gr.)	22 fr.
Cours élémentaire de mécanique industrielle, GOVARD et HIERNAUX. I, 414 fig. 4^e éd. 1930. (480 gr.), 22 fr. 50; II, 327 fig. 2^e éd. <i>Nouv. tir.</i> 1925, (440 gr.), 22 fr. 50; III, 196 fig. 3^e éd. 1928, (320 gr.)	15 fr.
Mécanique, hydraulique, thermodynamique, DARIÈS. 2^e édit. 1906. (920 gr.).....	55 fr.
Principes généraux de thermodynamique, MONTEIL. 1920. (410 gr.).....	25 fr.
Etudes sur la chaleur, ROSZAK. In-8°. 1925 (610 gr.).....	50 fr.
Nouvelles études sur la chaleur, ROSZAK et VÉRON. In-8°, avec fig. 1929. (1.450 gr.).....	208 fr.
La transmission de la chaleur, TEN BOSCH, traduit d'après la 2^e édit. allemande, par P. L. In-8°. 1929. (690 gr.)....	83 fr. 50
Précis de technologie mécanique, FLEURY. 2^e édit. 1929 (700 gr.)	50 fr.
Des mécanismes élémentaires, LOCHE. 395 fig. 1919. (320 g.)	28 fr.
Théorie simplifiée des mécanismes élémentaires, LOCHE. 1920. (270 gr.).....	19 fr.
Les essais de machines, ROYDS, trad. par B. GIRAUD. 1925. (1.310 g.)	98 fr.
La pratique des essais de machine, BOYER-GUILLON. 1927. (630 gr.)	67 fr.
Le contrôle de la dureté des métaux dans l'industrie. P. ROUDIÉ, 1930 (325 gr.).....	26 fr.
Aide-mémoire de l'ingénieur-mécanicien, IZART. 5^e édition 1928. (1.600 gr.).....	105 fr.

Guide pratique de l'ouvrier mécanicien. WALKER-HAPPICH. In-16. 303 fig. 1927. (560 gr.).....	40 fr.
Guide pratique d'atelier, PERDRIAT. 1921. (170 gr.).....	24 fr.
Manuel du mécanicien, MAILLOT. 3 ^e éd. N. t. 1924. (240 gr.).....	16 fr.
Mécanique. Formulaire d'Atelier, ADAM. 1927. (125 gr.)....	10 50
Pour le monteur mécanicien, A. LEFÈVRE. 1929. (205 gr.)..	18 fr.
Pour l'ajusteur mécanicien, A. LEFÈVRE. 2 ^e éd. 1928. (208 gr.)	17 25
Pour le contremaître industriel, A. LEFÈVRE. 1926. (175 gr.)	16 50
Carnet d'atelier. Exercices gradués d'ajustage à l'usage des cours d'apprentissage, des Ecoles et des cours professionnels, A. MARQUET. In-4 ^o . 1929. (220 gr.).....	16 fr.
Carnet d'atelier, à l'usage des Ecoles primaires supérieures et des écoles professionnelles, J.-M. VALMALETTE. 1929. (125 gr.)....	4 fr.
Le travail manuel des métaux : forge, chaudronnerie, ajustage, HOUA. In-16, 192 fig. 1923. (220 gr.).....	12 fr.
Manuel de traçage dans la chaudronnerie et la charpente en fer, HERMANN et DEYSINE. 1924. (210 gr.).....	20 fr.
Traçage des constructions métalliques et de chaudronnerie, BOTTIEAU. 2 vol. 1926. (770 gr.).....	61 fr.
Aide-Mémoire du constructeur de chaudronnerie. L. GENDRON. In-8 ^o , 1930 (280 gr.).....	35 fr.
Pour le chaudronnier, TUROT-LEDOUX. In-16. 1929. (260 gr.)	19 50
Formulaire du tôlier-chaudronnier, ADAM. 1929. (155 gr.)..	12 50
Aide-mémoire de l'ouvrier mécanicien, JACQUET. 2 ^e édit. 1920. (300 gr.).....	21 fr.
Recueil d'essais d'ajustage, LE COZLER. 1925. (360 gr.)... 22 fr.	
Le petit outillage moderne du mécanicien, JACQUET. 2 ^e édit. 1927 (190 gr.).....	12 fr.
Le contremaître mécanicien, LOMBARD et CAEN. 2 ^e édit. 1925. (660 gr.).....	42 fr.
Les engrenages. Calcul. Rendement. Exécution. Applications à l'automobile, R. MIGNÉE. In-8 ^o , avec fig. 1929. (550 gr.).....	62 fr.
Les ressorts, REYNAL. In-16. 2 ^e édit. 1927. (160 gr.).....	20 fr.
Recueil de graphiques, C. REYNAL, 16 pl. 1924. (430 gr.)..	35 fr.
Etude sur les courroies de transmission, CARLIER. 1923. (130 gr.)	14 fr.
Comment utiliser au mieux les courroies de transmission, GUILLOU. In-16. 2 ^e édit. 1929 (190 gr.).....	8 fr.
La pratique du graissage, THOMSEN et CHAILLOU. 1925. (1.500 gr.)..	119 fr.

II. — CHAUDIÈRES ET MACHINES A VAPEUR

Chaudières à vapeur, DEJUST et TURIN. 2 ^e édit. 1919. (960 gr.)	71 50
Cours pratique de chauffe et de chaudières industrielles, JOLLY. In-16, avec 276 fig. 1928. (470 gr.).....	32 fr.
La chaufferie moderne. Alimentation des chaudières et tuyauteries à vapeur, GUILLAUME et TURIN. 2 ^e édit. 1921. (860 gr.)	53 fr.
La chaufferie moderne. Les foyers de chaudières, TURIN. 484 fig. 2 ^e édit. 1925. (1.060 gr.).....	91 fr.
Méthodes économiques de combustion dans les chaudières à vapeur, IZART, 115 fig. 4 ^e édit. 1920. (1.000 gr.).....	56 fr.

- La vapeur à très haute pression.** F. MUNZINGER, traduit d'après l'édition allemande par A. SCHUBERT, 1930 (525 gr.) 62 fr.
- Machines à vapeur et machines thermiques diverses,** DEJUST et DOZOUL, 440 fig. 2^e édit. 1925. (810 gr.) 68 fr.
- Cours de machines à vapeur,** JOLLY. 350 fig. 1924. (470 gr.) 48 fr.
- L'aptitude élastique des tuyauteries de vapeur au point de vue dilatation,** H. CARLIER. In-8°. 76 fig. 1928. (300 gr.) 45 fr.
- Législation et contrôle des appareils à vapeur,** CUVILLIER. 1928. (480 gr.) 44 fr.
- Turbines à vapeur et à gaz,** A. STODOLA, trad. par E. HAHN. 2 vol. avec 1.138 fig. et 6 planches. 2^e édit. 1925. (4.500 gr.) 445 fr.
- Diagramme de Mollier,** STODOLA et HAHN. 3 pl. 1926. (210 gr.) 25 fr.
- Les turbines à vapeur,** GOTTE et GIRAUD. 1921. (1.550 gr.) 84 fr.
- Incidents de fonctionnement des machines à vapeur,** HANCKENS. In-16, avec 276 figures. 1921. (400 gr.) 35 fr.

III. — MACHINES ET TURBINES HYDRAULIQUES POMPES, COMPRESSEURS

- Cours d'hydraulique théorique,** MONTEIL. 1919. (310 gr.) 21 fr.
- Machines hydrauliques,** BERGERON. 1928. (1.120 gr.) 105 fr.
- Les turbines hydrauliques et les turbo-pompes,** R. THOMANN. Traduit par P. LITIS. In-8°, avec 147 fig. 1924. (790 gr.) 49 fr.
- Les turbines hydrauliques à grand débit,** DE MORSIER. 1920. (220 gr.) 16 50
- Les pompes centrifuges,** C. PELEIDERER, traduit par BERGERON In-8° avec fig. 1929. (960 gr.) 121 fr.
- Les ventilateurs.** WIESMANN, trad. par PELET. 1927. (540 gr.) 48 fr.

IV. — MOTEURS A GAZ, DIESEL, etc.

- Les moteurs à gaz,** HAEDER et VARINOIS, tome I, 4^e édit. 1925. (590 gr.) . 56 fr.; tome II. 4^e édit. 1925. (820 gr.) 70 fr.
- Cours élémentaire à l'usage des monteuses et conducteurs de moteurs à gaz,** GUILLOU. In-16, 27 fig. 1920. (900 gr.) 21 fr.
- Cours de moteurs industriels à combustion interne,** JOLLY. In-16, avec 184 fig. 1920. (390 gr.) 24 fr.
- Théorie succincte, conduite et entretien du moteur Diesel,** LE GALLOU. In-8°, avec 145 fig. 2^e édit. 1925. (1.090 gr.) 53 fr.
- Les moteurs à huile lourde, à injection directe (semi-Diesel),** LE GALLOU. In-8°, 113 fig. 1924 (920 gr.) 59 fr.
- Les moteurs Diesel et les moteurs semi-Diesel,** VAILLOT, 2 vol. In-4°, avec 1.050 fig. et 29 pl. 1923. (4.290 gr.) 339 fr.

V. — MACHINES-OUTILS ET APPAREILS DE LEVAGE

- Les machines-outils pour le travail des métaux,** JACQUET. In-8°, avec 173 fig. 1922. (220 gr.) 17 fr.
- Les scieries et les machines à bois,** RAZOUS. 2^e édit. 1926. (790 gr.) 44 fr.
- L'usinage du bois,** PETIPAS. In-8°. 35 fig. 1923. (620 gr.) 39 fr.
- Cours de technologie du bois,** MASVIEL. Tome I : 338 fig. 3^e édit. 1926. (520 gr.), 23 fr.; Tome II, 2^e édit. 1925. 286 fig. (610 gr.) 27 fr.
- Le sciage des métaux,** CODRON. In-4°. 1922. (1.870 gr.) 126 fr.
- La taille des métaux,** TAYLOR et DESCROIX. N.4. 1919. (920 g.) 44 50

- Les broches à mandriner et le mandrinage à la broche**, VIALLE et VARINOIS. In-8°. 1922. (520 gr.)..... 42 fr.
- Montages d'usinage et outils spéciaux**, COLVIN et HAAS. In-8°, avec 39 fig. 1920. (420 gr.)..... 39 fr.
- Manuel de l'ouvrier tourneur et fileteur**, LOMBARD. 5^e édit. 1926. (250 gr.)..... 18 fr.
- Guide du tourneur-décolleteur**, ADAM. In-16. 1927. (160 gr.). 12 fr.
- Manuel du tourneur-mécanicien**, ADAM. In-8°. 9^e édit. 1930. (135 gr.)..... 10 fr. 50
- Pour le tourneur et le conducteur de machines-outils**, LEFÈVRE. In-16. 1928. (290 gr.)..... 19 50
- Guide pratique de mécanique, filetage et taillage**, BOUDOT. In-16. 4^e édit. 1928. (110 gr.)..... 8 fr.
- Le fraisage**, VARINOIS. In-8°, 586 fig., 2^e édit. 1923. (1.560 gr.) 126 fr.
- Le fraisage**, HANEN. In-8°, 82 fig. 2^e édit. 1920. (210 gr.).. 16 50
- L'emboutissage**, GIANOLI. In-8°, 224 fig. et 3 pl. 1920. (570 gr.) 49 fr
- Poinçons et matrices**, STANLEY et VARINOIS. 1923. (1.020 gr.). 85 fr.
- Découpage, matricage, poinçonnage et emboutissage**, WOODWORTH traduit par J. LÉVY. In-8°, VIII-375 p. 2^e édit., 1930 (690 gr.)..... 56 fr.
- Outillages à découper et à emboutir**, V. RICORDEL. in-16, 2^e édit. 1929. (180 gr.)..... 24 fr.
- L'outillage américain pour la fabrication en série**, WOODWORTH et VARINOIS. 2^e édit. *Nouv. tir.* 1920. In-8°, 601 fig. (910 gr.). 70 fr.
- Le travail à la meule dans la construction mécanique**, COLVIN et VARINOIS. In-8°, 286 fig. *Nouv. tir.* 1920. (970 gr.)..... 67 fr.
- La rectification des pièces mécaniques**, GUÉNARD. In-8°, avec fig. 1929. (480 gr.)..... 52 fr.
- L'air comprimé ou raréfié, sa production, ses emplois**, R. CHAMPLY. In-8°, avec fig. 1929. (690 gr.)..... 74 fr.
- Mécanique, électricité et construction appliquées aux appareils de levage**, ROUSSELET. Gr. in-8°. I : *Les ponts roulants actuels.* 286 fig. et 11 pl. 2^e édit. 1921. (2.220 gr.), 133 fr.; II : *Les ponts roulants à treillis et les grues à portiques actuels.* 2^e édit. 1929. (2.590 gr.)..... 178 fr.
- ☞ Tome III. *Les grues terrestres et flottantes. (En préparation).*
- Appareils de levage**, PACORET. 2 vol. in-8°. Tome I : 460 fig. 1922. (1.500 gr.). 114 fr.; Tome II : 19 fig. 1922. (450 gr.)..... 36 fr.

VI. — MACHINES MARINES

- Cours élémentaire de machines marines**, OUDOT. 3^e édit. 1925. (360 gr.)..... 20 fr.
- L'hélice propulsive**, LORAIN, avec 92 fig. 1925. (430 gr.).. 35 fr.
- Les turbines à vapeur marines**, SOTHERN. 1908. (620 gr.). 22 fr.
- Turbines à vapeur**, STODOLA (voir page XLII).

VII. — DIVERS

- Clarification et séparation des liquides par la force centrifuge, (appareils sans tamis)** par le docteur B. BLOCK, traduit de l'allemand par J. LÉVY. (*En préparation.*)
- Réparation, montage et entretien des instruments de pesage usuels**, GUEIDON. In-8°, 171 fig. 1926. (270 gr.)..... 52 fr.

FASCICULE 4

AUTOMOBILISME. — AÉRONAUTIQUE

I. — AUTOMOBILISME

- La Vie Automobile**, publication bi-mensuelle illustrée. Ab. annuel : France, 84 fr.; Etr. 150 fr. (130 fr. pour les pays ayant accepté l'échange du tarif postal réduit), le n° de l'année en cours. 5 fr.
- Nouvelle Revue automobile**, organe de liaison entre les constructeurs, les agents et les usagers de l'automobile, paraissant tous les mois. Ab. annuel : France et Colonies, 58 fr.; Etranger, 78 fr. (68 fr. pour les pays ayant accepté l'échange du tarif postal réduit), le n° de l'année en cours. 6 fr.
- La Technique Automobile et Aérienne**, publication trimestrielle illustrée. Ab. annuel : France, 40 fr.; Etr. : 50 fr. (47 fr. pour les pays ayant accepté l'échange du tarif postal réduit), le n° de l'année en cours. 12 fr.
- Cours d'Automobile (1928-29) de la Vie Automobile**. 1930. (275 gr.). 21 fr.
- Pour le chauffeur d'auto**, ROUSSET. 1926. (270 gr.) 15 fr.
- Traité élémentaire d'automobile**, PETIT. 1919. (1.520 gr.). 77 fr.
- Organisation et fonctionnement des véhicules automobiles**, P. PRÉVOST. In-8° avec 711 fig. 1928 (1.480 gr.). Br. 93 fr.
- L'acier dans la construction automobilé. Le fer et ses dérivés**, DELESTRADE. In-8°. 1919. (490 gr.) 35 fr.
- Le moteur à essence**, CARLÈS. In-8°. 1921. (960 gr.) 70 fr.
- Construction des moteurs à explosions**, CASALONGA. 1919. (1.210 gr.) 56 fr.
- La voiture à essence**, HELDT et PETIT. In-8°, I. *Le moteur*, 1920. (1.270 gr.), 91 fr. — II. *Le châssis*, 1922. (1.220 gr.) 91 fr.
- Réglage et essais des moteurs à explosion**. R. LAMY. In-8°, 158 fig. 1929. (570 gr.) 64 fr.
- Les moteurs à deux temps**, VENTOU-DUGLAUX. 1929. (640 g.). 34 fr.
- L'allumage des moteurs d'automobile**, SAUR et MARTENOT DE CORDOUX. In-16, avec 34 fig. 2° éd. 1924. (200 gr.) 16 fr.
- La bicyclette à moteur**, P. CARRÉ. In-16. 1924. (180 gr.) . . . 11 fr.
- Carnet de route de « La Vie Automobile »**, PÉRISSÉ. *Nouv. tirage* 1922. (150 gr.) 14 fr.
- Organisation et comptabilité des transports automobiles**, CAQUAS. In-4°. *Nouveau tirage* 1930 (150 gr.) 13 fr.

BIBLIOTHÈQUE DU CHAUFFEUR

- Principes et recettes**, RAVIGNEAUX et IZART. 1906. (470 gr.). 16 50
- Précis d'automobile**, CONTET. In-16, 2° éd. 1924. (510 gr.). 30 50
- Le chauffeur au garage**, PRÉVOST. In-16, T. I : *Organisation du garage privé*, 43 fig. 1926. (365 gr.), 22 fr.; T. II : *Les réparations et leur contrôle*. 70 fig. 1926. (365 gr.) 22 fr.

- Choix, dépenses, conduite d'une voiture automobile**, P. PRÉVOST. In-16. 1925. (370 gr.)..... 23 fr.
Le moteur, PETIT. In-16, avec 197 fig. 6^e édit. 1921. (730 gr.). 56 fr.
L'équipement électrique des voitures automobiles, P. PRÉVOST. In-16. 2^e édit. 1928 (325 gr.)..... 31 fr.
Allumage électrique des moteurs, SAINTURAT. I : *Allumage par batteries et transformateurs*. In-16, avec 149 fig. 1910. (520 gr.), 21 fr.; II : *Allumage par magnétos (épuisé)*.
Transmission, embrayage, changement de vitesse et cardan, RUTISHAUSER. In-16, avec 203 fig. 2^e édit. 1917. (540 gr.). 25 fr.
Le pneumatique, PETIT. In-16, avec 76 fig. 1912. (600 gr.). 23 fr.

II. — AÉRONAUTIQUE

- Le bréviaire de l'aviateur**, LÉFORT. In-8°. 1922. (1.000 gr.). 72 50
L'aviation de transport, HIRSCHAUER. In-4°. 1920. (1.270 gr.) 53 fr.
L'année aéronautique, HIRSCHAUER et DOLLFUS. 1910-20. (640 gr.), 35 fr.; 1920-21. (980 gr.), 49 fr.; 1921-22. (690 gr.), 42 fr.; 1922-23. (490 gr.), 42 fr.; 1923-24 (*épuisé*). 1924-25. (780 gr.), 42 fr.; 1925-26. (740 gr.), 42 fr.; 1926-27. (980 gr.), 42 fr.; 1927-28. (1.040 gr.), 42 fr.; 1928-29 (1200 gr.), 42 fr.; 1929-30 (1200 gr.)..... 50 fr.
Manuel élémentaire du mécanicien d'aviation, FOURCAULT. 1920. (210 gr.)..... 16 50
Nos maîtres les oiseaux, ŒHMICHEN. In-8°. 1920. (480 gr.). 25 fr.
Le vol plané, BRETONNIÈRE. In-8°, avec 3 pl. 1909. (120 gr.). 5 60
Les moteurs à explosions dans l'aviation, MASMÉJEAN et BÉRÉHARE. I : 1918. (570 gr.), 50 fr.; II : 1920. (550 gr.), 50 fr.; III : 1924. (860 gr.)..... 75 fr.
Réglage des moteurs d'aviation, R. BARRAU. 1929. (225 gr.). 30 fr.
Guide de l'aéronaute-pilote, RENARD. In-16. 1910. (420 gr.). 14 fr.
Les matériaux des constructions mécaniques et aéronautiques, MARCOTTE et BÉRÉHARE. In-4°. 1921. (1.510 gr.)..... 72 50

FASCICULE 5

ÉLECTRICITÉ, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE

I. — ÉLECTRICITÉ

- L'Électricien**, bi-mensuel Abt. France, 55 fr.; Etr., 95 fr. (83 fr. pour les pays ayant accepté l'échange du tarif postal réduit), le n° de l'année en cours..... 3 fr. 50.
Notions d'électricité générale, FLEURY. In-16. 1921. (640 g.) 39 fr.
Précis d'électricité industrielle. Les appareils à courants alternatifs, SOUBRIER. In-8°, 109 fig. 1922. (230 gr.)..... 16 50
Traité d'électricité théorique (prép. à l'École supérieure d'Électricité), J. CARVALLO. (1.110 gr.). 1922..... 70 fr.

- Electricité**, GRININGER. I : *Théorie et production*. 2^e éd. 1923. (850 gr.), 60 fr.; II : *Applications industrielles*, 2^e éd. 2 vol. 1926. (1.550 gr.) 106 fr.
- Les lois fondamentales de l'électrotechnique**, DEPRez et SOUBRIER. In-16, avec 301 fig. 1919. (820 gr.) 56 fr.
- Cours pratique d'électricité**, ROBERJOT. In-16. 1921. (410 g.). 20 fr.
- Cours élémentaire d'électricité industrielle**, ROBERJOT. 3^e éd. 1928. In-16, avec 474 fig. (680 gr.) 24 fr.
- Principes d'électrotechnie**, E. PIERARD. Tome I, in-8^o. 4^e éd. 1924. (810 gr.), 64 fr.; — Tome II, in-8^o. 3^e éd. 1920. (1.020 gr.), 64 fr.; — Tome III, in-8^o. 3^e éd. 1922. (560 gr.) 44 50
- Electricité industrielle. Recueil de problèmes élémentaires avec schémas**, F. HARANG. In-16, avec 167 fig. 1921. (330 gr.) 18 fr.
- Travaux pratiques d'électricité industrielle**, ROBERJOT. I : *Mesures industrielles*. 3^e éd. N. T. 1929. (410 gr.), 18 fr.; II : *Etude des machines électriques. Propriétés. Essais*. 3^e éd. N. T. 1929. (420 gr.), 18 fr.; III : *Installations intérieures*. 3^e éd. N. T. 1929. (460 gr.), 19 fr.; IV : *Usines génératrices*. 2^e éd. 1926. (340 gr.). 17 fr.
- Cours d'électrotechnique, courants alternatifs**, GILLON. 1921. (560 gr.) 54 fr.
- L'électrotechnique des praticiens**, FISCHER-HINNEN-GAIBROIS. In-8^o. 624 pages. 332 fig. 1926. (1.200 gr.) 105 fr.
- L'électricité à la portée de tout le monde** (d'après l'ouvrage de Georges CLAUDE), MAURER. In-8^o. 1928. (875 gr.) 28 fr.
- Pour l'électricien**, DE THELLESME. 2^e éd. 1929. (225 gr.). 17 50
- L'électricité industrielle à la portée de l'ouvrier**, ROSENBERG et MAUDUIT. In-16, avec fig. 7^e éd. *Nouv. tir.* 1928. (700 gr.). 48 fr.
- Manuel pratique de l'ouvrier électricien-mécanicien**, SCHULZ, traduit par STERNBERG. In-8^o. 1922. (420 gr.) 24 fr.
- Guide élémentaire du monteur électricien**, GAISBERG et HAPPICH. In-8^o, avec 231 fig. 1923. (520 gr.) 29 fr.
- Aide-mémoire et schémas de l'entrepreneur électricien**, MAURER. In-16, avec 364 fig. 1923. (610 gr.) 65 fr.
- Technique du métier d'électricien**, CAILLAULT. 2^e éd. 1922. (350 gr.) 17 fr.
- Installations électriques de force et lumière. Schémas de connexions**, CURCHOD. In-8^o, 85 pl. 5^e éd. 1925. (690 gr.) ... 47 fr.
- Les maladies des machines électriques**, SCHULZ et HAPPICH. 3^e éd. *Nouv. tir.* 1926. In-16, 44 fig. (140 gr.) 14 fr.
- Recueil de problèmes avec solutions sur l'électricité**, VIEWEGER et CAPART. 5^e éd. 1926. (875 gr.) 72 fr.
- Mesures électrotechniques**, TURPAIN. In-8^o. 1920. (590 gr.). 28 fr.
- Génératrices de courant et moteurs électriques**, GUTTON. 3^e éd. 1927. (570 gr.) 54 fr.
- Les machines asynchrones à champs tournants, à bagues et à collecteur**. LANGLOIS. In-8^o. 268 p. 120 fig. 1926. (620 gr.). 53 50
- Comment choisir un moteur électrique?** MAURER. In-8^o. 234 p. 152 fig. 1926. (500 gr.) 44 50
- Machines électriques, électrotechnique appliquée**, MAUDUIT. In-8^o, avec 566 fig. 4^e éd. *En préparation.*
- La sollicitation mécanique des roues polaires tournant à grande vitesse**, WERNER, traduit par SCHEPSE. In-8^o. 1924. (300 gr.) 30 50

- Transformateurs et moteurs d'induction.** CLÉMENT. In-8°. 2^e éd. 1928. (685 gr.)..... 65 fr.
- La construction économique de la machine électrique,** VIDMAR et SCHEPSE. In-8°. 1923. (290 gr.)..... 25 fr.
- Théorie industrielle de l'électricité et des machines électriques,** VERDURAND. In-8°, avec 342 fig. 1919. (1.190 gr.)..... 62 fr.
- Cours d'électricité industrielle. Le courant continu,** MAGONETTE. In-8°, avec 211 fig. et 41 pl. 1923. (660 gr.)..... 35 fr.
- Dynamos et moteurs électriques,** GILLON. I. *Dynamos*, 1924 (990 gr.) 112 fr. — II. *Moteurs*, 1925 (760 gr.) 112 fr. — III. *Plans et croquis de machines électriques*, 1924 (850 gr.)..... 49 fr.
- Cours de mesures et essais de machines électriques,** GILLON. In-8°. 282 p. 365 fig. 1927. (575 gr.)..... 100 fr.
- L'électricité et ses applications industrielles,** GILLON. T. I: 3^e éd. 1927, (540 gr.), 54 fr.; T. II: 3^e éd. 1929, (690 gr.), 54 fr.; T. III: 1921, (450 gr.)..... 54 fr.
- Etude résumée des accumulateurs électriques,** JUMAU. In-8°. avec 124 fig. 3^e éd. 1928. (620 gr.)..... 64 fr.
- Les maladies de l'accumulateur au plomb,** KRETSCHMAR et WALTER. In-16, 82 fig. 1924. (300 gr.)..... 25 fr.
- Théorie des enroulements des machines à courant continu,** SZARVADY. In-8°, avec 40 fig. 1918. (240 gr.)..... 23 50
- La construction des bobinages électriques,** CLÉMENT. 2^e éd. 1926. (750 gr.)..... 66 fr.
- L'exécution des enroulements des machines triphasées,** M. LE CADRE. In-8°, 1930 (235 gr.)..... 31 fr.
- Schémas et règles pratiques de bobinage des machines électriques,** TORICES et CURCHOD. 54 pl. 3^e éd. 1927. (220 gr.). 20 fr.
- Essais des fils et câbles isolés au caoutchouc,** A.-R. MATTHIS. In-16, 18 fig. 1923. (300 gr.)..... 21 fr.
- Deuxièmes notes sur les huiles pour transformateurs,** MATTHIS. In-8°, 196 p. 21 fig. 1926. (270 gr.)..... 44 50
- Stations centrales de production et sous-stations de transformation d'énergie électrique,** VELLARD. 113 fig. 1924. (520 gr.). 42 fr.
- Installations électriques à haute et basse tension,** MAUDUIT. 2 vol. in-8° de 1.406 p., 578 fig. 1926. (1.900 gr.)..... 231 fr.
- La protection des réseaux et des installations électriques contre les surtensions,** CAPART. In-8°, 2^e éd. 1920. (620 gr.)..... 39 fr.
- Appareillage électrique haute tension, Théorie et construction,** BRESSON. In-8° de 464 pages, 379 fig. 1929 (830 gr.)..... 119 fr.
- Abaques pratiques pour le calcul des lignes de transport de force.** GARNIER. 1921. (380 gr.)..... 35 fr.
- Les aimants.** PICOU. In-8°. 110 p. 1927. (240 gr.)..... 22 fr.
- Manuel de l'éclairage et applications pratiques,** FOURCAULT. In-8°. 1928. (565 gr.)..... 51 fr.
- Le chauffage électrique,** BOILEAU. In-8°. 1920. (530 gr.). 35 fr.
- Les compteurs d'électricité,** FICHTER. In-8°, 1929. (730 gr.). 74 fr.
- Comptage de l'énergie électrique en courant alternatif,** MARTINVILLE. In-8°, 1929 (300 gr.)..... 39 fr.
- Pour éviter l'électrocution,** ROUSSEL. In-16. 1927. (105 gr.). 6 fr.
- Les fours électriques industriels et les fabrications électrothermiques,** ESCARD. In-8°, 250 fig. 2^e éd. 1924 (1.540 gr.). 119 fr.

- Fours électriques de laboratoire**, ESCARD. 2^e édit. 1920. (260 gr.).
16 50
- Manuel pratique des autorisations de voirie pour les distributions d'énergie électrique**, BOUGAULT. In-8°. 1920. (740 gr.) 20 fr.

II. — TÉLÉGRAPHIE

- Le système de télégraphie Baudot et ses applications**, MERCY.
In-8°, avec 263 fig. 4^e édit. 1929. (850 gr.)..... 62 fr.
- Radiotélégraphie, radiotéléphonie**, DEJUSSIEU. 1924. (410 gr.).
17 fr.
- Manuel pratique de l'amateur de T. S. F.**, DUROQUIER. 1925.
(310 gr.) 17 50
- Théorie simplifiée de la téléphonie et de la télégraphie sans fil**,
VERDURAND. 3^e édit. 1923. (130 gr.)..... 7 fr.
- Radiotélégraphie pratique et radiotéléphonie**, MAURER. In-8°,
avec 261 fig. 2^e édit. 1924. (1.050 gr.)..... 60 fr.

III. — TÉLÉPHONIE

- Installations téléphoniques d'après l'ouvrage de SCHILS et CORNET**,
par R. PARÉSY. 6^e édit. 1930 (420 gr.)..... 42 fr.
- La téléphonie automatique**, MILHAUD, 199 fig. 1925. (520 gr.) 54 fr.

FASCICULE 6

CHIMIE. — ANALYSE CHIMIQUE

I. — CHIMIE GÉNÉRALE ET INDUSTRIELLE

- Dictionnaire anglais-français-allemand des mots et locutions intéressant la physique et la chimie**, CORNUBERT. 1922. (770 gr.).
77 fr.
- Dictionnaire des produits chimiques commerciaux et de la droguerie industrielle**, par A. CHAPLET..... (*Sous presse.*)
- Encyclopédie chimique**, publiée sous la direction de M. FRÉMY.
67 vol. in-8°, avec fig. — *Conditions de vente sur demande.*
- Les mathématiques du chimiste**, GAY. In-8°. 1926. (565 gr.). 28 fr.
- Chimie générale et industrielle**, MOLINARI et MONTPELLIER. In-8°.
Tomes I et II : *Chimie inorganique (Introduction; métalloïdes)*,
1920. (2.380 gr.), 131 fr. Tome III (*métaux*). 1921. (1.350 gr.), 99 fr.
Tome IV (*Chimie organique, 1^{re} partie*). 1923. (1.380 gr.), 124 fr.
Tome V (*Chimie organique, 2^e partie*). 1926. (1.500 gr.) 154 fr.

- Memento du chimiste**, BOLL et BAUD, I. *Partie scientifique*. In-16. 676 p. 1927. (700 gr.)..... 116 fr.
 II. *Partie industrielle*. In-16, 686 pages. 1927. (700 gr.).... 105 fr.
- Pour le chimiste**, CHAPLET. In-16, avec 140 fig. 1925. (230 gr.) 16 50
- Cours de chimie, Lois générales. Métalloïdes**. BOLL. (740 gr.). 1927. 47 fr.
- Cours de chimie. Métaux et Cations**, BOLL et ALLARD. In-16, avec 62 fig. 1928. (540 gr.)..... 39 fr.
- Précis de chimie. P.-O.-N.** BOLL et CANIVET. 1927. (820 gr.). 56 fr.
- La chimie des complexes inorganiques**, SCHWARZ et JULLIARD. In-16, avec 41 fig. 1922. (110 gr.)..... 16 50
- Traité de chimie générale**, NERNST et CORVISY. 2^e édit. I. *Propriétés générales des corps. — Atome et molécule*. 1922. (1.170 gr.). 84 fr.; II. *Transformations de la matière et de l'énergie*. 1923. (1.000 gr.) 84 fr.
- Cours élémentaire de chimie industrielle**, TOMBECK et GOUARD. In-16, avec fig. 3^e édit. *Nouv. tir.* 1928. (430 gr.)..... 15 fr.
- Cours de chimie (sect. commerc.)**, CHARABOT et MILHAU. 3^e édit. 1929. (480 gr.)..... 17 fr.
- Chimie à l'usage des candidats aux Ecoles d'arts et métiers**, TOMBECK et GOUARD. In-16, avec 160 fig. 1920. (430 gr.)... 21 fr.
- La chimie à la portée de tous**, HICKISCH. 41 fig. 1920. (600 gr.). 40 fr.
- Leçons de chimie organique**. V. THOMAS. (*En préparation.*)
- Les méthodes de la chimie organique**, WEYL et CORNUBERT. I. *Généralités*, 2^e édit. 1921. (1.730 gr.), 91 fr.; II : *Monographies*, N. T. 1921. (1.790 gr.), 91 fr.; III : *Monographies*. N. T. 1923. (1.750 gr.). 112 fr.; IV : *Monographies* 1920. (2.090 gr.). 112 fr.
- Travaux pratiques de chimie organique**, ULMANN et CORNUBERT. In-8^o, avec 26 fig. 2^e édit. *Nouv. tir.* 1925. (340 gr.)..... 30 fr.
- Chimie des colloïdes. Applications industrielles**, P. BARY. In-8^o. 1928. (180 gr.)..... 16 fr.
- Les colloïdes : leurs gelées, leurs solutions**, BARY. In-8^o, 105 fig. 1921. (1.170 gr.)..... 84 fr.
- Chimie colloïdale**, ZSIGMONDY. 1926. (1.050 gr.)..... 99 fr.
- Les colloïdes métalliques**, BARY. In-8^o, 13 fig. 1920. (260 gr.). 16 50
- Osmose. Dialyse. Ultrafiltration**, GENIN. In-8^o. 1928. (510 g.) 53 fr.
- Éléments de marchandises. I : Bois, matériaux de construction, combustibles, eaux minérales et gazeuses**, JACQUET et TOMBECK. 3^e éd. 1930. (320 gr.), 15 fr. 50; II : *Métallurgie, métalux*, JACQUET et TOMBECK. 2^e éd. 1924. (360 gr.), 17 fr.; III : *Produits chimiques*. SON et MARTIN. 2^e éd. 1925. (230 gr.), 7 fr. 50; IV : *Matières alimentaires*, BROTTET et LELEU. 2^e éd. 1925. (290 gr.), 13 fr.; V : *Matières grasses, textiles et diverses*, BROTTET et LELEU. 2^e éd. 1926. (340 gr.) 13 fr.
- La récupération des solvants volatils**, ROBINSON. In-8^o, avec 73 fig. 1928. (420 gr.)..... 46 fr.
- Electrolyse de l'eau et des chlorures alcalins**. BILLITER, traduit par SALAUZE. In-8^o, 1928 (840 gr.)..... 84 fr.
- Electrochimie appliquée. Electrometallurgie des solutions aqueuses**. BILLITER, traduit par J. et S. SALAUZE. (*En préparation.*)
- L'électrochimie et l'électrometallurgie**, LEVASSEUR. In-8^o, avec 128 fig., 3^e édit. 1928 (700 gr.)..... 71 fr.

II. — ANALYSE CHIMIQUE

- Précis d'analyse chimique.** BOLL-LEROIÉ. T. I : *Principes généraux, tables numériques.* In-8°. 1927. (635 gr.), 44 fr.; T. II : *Cations.* In-8°, 1927. (960 gr.), 80 fr. T. III : *Anions.* In-8°, 1929. (900 g.) 85 fr.
- Essais et analyses,** ROSSET. In-8°, avec figures. 1920. (220 gr.) 10 fr.
- Essais chimiques des marchandises,** LÉVI. 1913. (310 gr.). 10 fr.
- Technologie et analyse des principales marchandises.** L. LEVI. In-8°. VIII-269 p. 1930 (500 gr.)..... 52 fr.
- Chimie analytique,** TREADWELL et BOLL. I : *Analyse qualitative.* 4° édit. N. Tir. 1925. (760 gr.), 66 fr.; II : *Analyse quantitative.* 4° édit. N. Tir. 1925. (940 gr.)..... 77 fr.
- Traité d'analyse des substances minérales,** CARNOT. In-8°. I : *Méthodes générales,* 357 fig. 1898. (2.290 gr.), 112 fr.; II : *Métalloïdes.* 81 fig. 1904. (1.970 gr.), 91 fr.; III : *Métaux (1^{re} partie).* 1910. (2.050 gr.), 105 fr.; IV : *(2^e partie).* 1922. (1.840 gr.).. 112 fr.
- Cours d'analyse quantitative des matières minérales.** MEURICE. In-8°. 894 pages, 74 fig. 2° édit. 1926. (2.000 gr.)..... 120 fr.
- Analyse des métaux par électrolyse,** HOLLARD et BERTIAUX. In-8°. 4° édit. 1930 (445 gr.)..... 58 fr.
- Manuel pratique d'analyse organique.** WESTON. 1921. (200 gr.)..... 22 fr.
- Introduction à l'analyse qualitative organique.** STAUDINGER et FROST, traduit de l'allemand par REUSS..... (Sous presse.)
- Nouvelles méthodes d'analyse chimique organique.** TER-MEULEN-HESLINGA. In-8°. 50 p. 21 fig. 1927. (130 gr.)..... 7 fr.
- Traité d'analyses industrielles,** GRIFFITHS et LÉVI. 1924. (1.260 g.)..... 116 fr.
- Expertises chimiques,** KLING. I : *Produits animaux, conserves, sel,* 1921. (870 gr.), 77 fr.; II : *Matières grasses. Cires et paraffines. Essence de térébenthine. Huiles minérales.* 1922. (800 gr.), 70 fr.; III : *Boissons et dérivés immédiats,* 1923. (690 gr.) 62 fr.; IV : *Produits végétaux et dérivés.* 1922. (1.040 g.) 85 fr.; V : *Eaux et air.* 1922. (490 gr.), 39 fr.; VI : *Etamage, Jouets, Matière colorantes, Toxicologie des aliments.* 1923. (550 gr.)..... 43 fr.

FASCICULE 7

INDUSTRIES DIVERSES

- L'examen des viandes,** MARTEL. 100 fig. 1909. (830 gr.)... 30 50
- Les déchets et sous-produits d'abattoirs, de boucherie et de fabriques de conserves,** POHER et RAZOUS. 1908. (500 gr.) 10 fr.
- L'industrie de l'équarrissage,** MARTEL. 2° édit. 1928. In-8°. (840 gr.)..... 75 fr.

- Fabrication des colles et gélatines**, V. CAMBON. 2^e édit. 1923. (360 gr.)..... 34 fr.
- Pour le boulanger et le pâtissier**, FOUASSIER. 1928. (240 gr.)..... 18 fr.
- Pour le confiseur**, FOUASSIER. In-16. 1928. (170 gr.)..... 13 50
- La conservation par le froid des denrées périssables**, MONVOISIN. In-8^o, avec 178 fig. 1923. (1.040 gr.)..... 96 fr.
- La technique de la production du froid**, PACORET. 1920. (1.120 gr.)..... 93 fr.
- Les cycles frigorifiques**, OSTERTAG-PRIOR. 1926. (350 gr.)... 59 fr.
- L'air liquide, oxygène, azote, gaz rares**, G. CLAUDE. In-8^o, avec 166 fig. 1926. (1.300 gr.)..... 49 fr.
- Clarification et séparation des liquides par la force centrifuge (appareils sans tamis)**. BLOCK, traduit de l'allemand, par J. LÉVY. (En préparation.)
- Distillation et rectification des liquides industriels**, MARILLER. In-8^o, avec 144 fig. 2^e édit., 1925. (1.370 gr.)..... 139 fr.
- Pour le distillateur, le débitant, le barman**, FOUASSIER. In-16, avec 21 fig. 1927. (150 gr.)..... 16 50
- Etude sur le cardage des laines cardées et autres matières travaillées sur le même principe**, COLIN. In-8^o. (545 gr.) 50 fr.
- Etude sur le retordage et la fabrication des fils à plusieurs brins**, COLIN. In-8^o. (540 gr.)..... 50 fr.
- Traité complet de la filature du coton**, COLIN. In-8^o.
- T. I : 1928 : *Préparation de filature, 1^{re} partie*. (930 gr.)..... 85 fr.
- T. II : 1929. *Préparation de filature. 2^e partie*. (800 gr.)..... 80 fr.
- T. III : *Traité des métiers à filer et filature des déchets* (1190 gr.) 130 fr.
- Le tissage mécanique moderne**, SCHLUMBERGER. 1921. (350 g). 35 fr.
- De l'apprêt des tissus de laine peignée**, LAGACHE. 1914. (1.210 gr.)..... 63 fr.
- La soie artificielle. Fabrication et propriétés**, WHEELER, traduit de l'anglais par TATU (320 gr.)..... 41 fr.
- La fabrication des matières intermédiaires pour les colorants**, CAIN et SALLES. In-8^o, avec 25 fig. 1920. (640 gr.)..... 49 fr.
- Les matières colorantes de synthèse et les produits intermédiaires servant à leur fabrication**, CAIN et THORPE. 1922. (1.360 g.)..... 105 fr.
- Les matières colorantes organiques**, EHRMANN. 1922. (2.000 gr.)..... 105 fr.
- La teinture du coton**, SERRE. In-16, 62 fig. et 9 pl. 1912. (580 gr.) 19 fr.
- Traité de la couleur**, ROSENSTIEHL. In-8^o, 1913. (990 gr.) 56 fr.
- Traité de la teinture moderne**, SPETEBROOT. 2^e édit. 1927 (1.410 gr.)..... 114 50
- Manuel du teinturier**, GNEHM, DE MURALT. 1926. (530 gr.) 72 50
- Les fibres textiles et la teinture**, BARY. In-8^o, 46 fig. 1927. 49 fr.
- Pour le blanchisseur**, CHAPLET. In-16. 1927. (200 gr.)..... 16 50
- La chimie du savonnier et du commerce de corps gras**, EHRSAM. In-8^o, avec figures. 1921. (1.000 gr.)..... 67 fr.
- La fabrication des savons industriels**, EHRSAM. 3^e édit. 1927. (600 gr.)..... 44 fr.
- La fabrication moderne des savons, bougies, glycérines, etc.**, LAMBORN et APPERT. In-8^o. 1923. (1.360 gr.)..... 105 fr.

- Technologie et analyse chimique des huiles, graisses et cires,**
LEWKOWITSCH et BOUTOUX. Tome I. 2^e édit. 1929. (1.775 gr.),
209 fr. Tomes II et III..... (En réimpression).
- L'industrie des parfums,** OTTO. 2^e édit. 1924. (1.490 g.).... 133 fr.
- Les essences naturelles,** CRAVERI. In-8°. 1929 (765 gr.).. 70 fr.
- Pour le parfumeur,** TRAVELLER. 1924. (190 gr.)..... 15 fr.
- La grande industrie des acides organiques,** ROUX et AUBRY.
In-8°, avec 147 fig. 1923. (1.120 gr.)..... 92 fr.
- Production industrielle synthétique des composés nitrés,** ESCARD. In-8°, avec figures. 1920. (600 gr.)..... 49 fr.
- Les colloïdes dans l'industrie. Le caoutchouc,** BARY. In-8°,
50 fig. 1923. (300 gr.)..... 47 50
- Technologie du caoutchouc souple,** DE FLEURY. 1920. (300 g.) 30 50
- Les caoutchoucs artificiels,** VENTOU-DUCLAUX. 1912. (260 gr.) 14 fr.
- Manuel d'essais simples et rapides, à l'usage des tanneurs et mégisseries,** EGLÈNE. In-8°. 1922. (200 gr.)..... 14 fr.
- La chimie de la fabrication du cuir,** WILSON-DEFORGE. In-8°,
468 p., 150 fig. 1926. (450 gr.)..... 105 fr.
- La chimie du cuir,** EGLÈNE. In-8°. *Nouv. tir.* 1920. (300 gr.).. 18 fr.
- Industries des poils et fourrures, cheveux et plumes,** BELTZER.
In-8°, avec 83 fig., 3^e édit. 1927. (520 gr.)..... 54 fr.
- Le gantier,** FROUMENTY et BOUVIER. In-8°, 89 fig. 1920. (370 gr.) 18 fr.
- Guide du tailleur,** MORIN. In-8°, avec 89 fig. 1921. (260 gr.).. 17 fr.
- Pour le relieur,** ROUX. In-16, avec fig. 1926. (170 gr.).... 16 50
- Gaz et cokes,** GRÉBEL et BOURON. In-8°, 324 fig. 1924. (1.450 g.) 109 fr.
- Manuel de chimie gazière,** SAINTE-CLAIRE DEVILLE. 1921. (320 gr.)
24 50
- Eclairage : huile, alcools, gaz, électricité, photométrie,** GALINE et SAINT-PAUL. In-8°, avec 372 fig. 3^e édit. 1929. (1.040 gr.)..... 98 fr.
- Manuel de l'éclairage et applications pratiques,** FOURCAULT.
In-8°, avec 237 fig. 1928. (565 gr.)..... 51 fr.
- Le goudron et ses dérivés,** MALATESTA. 2^e édit. 1927. (1.200 g.). 98 fr.
- Les fours à coke,** LECOCQ. 108 fig. et pl. 1919. (1.600 gr.).. 98 fr.
- Les fours industriels.** W. TRINKS. Traduit de l'anglais par A. SCHUBERT..... (En préparation.)
- Combustibles industriels,** COLOMER et LORDIER. In-8°. 4^e édit.
1921. (1.470 gr.) 105 fr.
- Recherche et exploitation du pétrole,** HARDEL. 1922. (350 gr.) 28 fr.
- Le pétrole. Son utilisation comme combustible,** MASMEJEAN et BÉRÉHARE. In-8°, 92 figures et 30 tableaux. 1920. (1.070 gr.).. 57 fr.
- Exploitation industrielle de la tourbe,** VAN ECKE. In-8°. 1918,
(730 gr.)..... 49 fr.
- La tourbe et son utilisation,** DE MONTGOLFIER. 1918. (270 gr.) 24 fr.
- La carbonisation des bois, lignites et tourbes,** MARILLER. In-8°,
avec fig. 1924. (930 gr.)..... 65 fr.
- Technologie du bois,** MASVIEL. T. I. 3^e édit. 1926 : *Généralités.*
338 fig. (520 gr.), 23 fr.; T. II : *Travail mécanique,* 286 fig. (2^e édit.
1925. (610 gr.)..... 27 fr.
- L'usinage du bois,** PETITPAS. In-8°, avec 35 fig. 1923. (620 gr.) 39 fr.
- Pour l'artisan du bois,** STHEGENS. In-16. 1927. (360 gr.)... 23 fr.
- Le séchage des bois,** IHNE. In-8°. 1927. (270 gr.)..... 33 fr.
- Séchage industriel,** RAZOUS. 3^e édit. 1920. (650 gr.)..... 46 fr.

- Soufflage du verre**, VIGREUX, In-8°, 3^e édit. 1930 (345 gr.)... 39 fr.
- Céramique industrielle**, ARNAUD et FRANCHE. In-8°, avec 306 fig. 2^e édit. 1922. (770 gr.)... 77 fr.
- Les argiles réfractaires**, BISCHOP, SCHUBERT. 1926. (750 gr.). 77 fr.
- Pour le doreur, l'argenteur, le nicketeur**, DE THELLESME. In-16 avec 26 fig. 1928. (204 gr.)... 15 fr.
- Manuel de l'émaillage sur métaux**, MILLENET. 3^e édit. 1929. 18 fr.
- L'émaillage industriel de l'acier et de la fonte**, THIERS. In-8°. 1929. (488 gr.)... 44 fr.
- Installation d'une émaillerie**, EYER et THIERS. 1926. (160 gr.) 15 fr.
- Technologie chimique des matières premières de l'émail**, GRUNWALD, HIRSCH, THIERS. In-8°, 25 fig. 1926. (610 gr.). 56 fr.
- Vernis et émaux cellulosiques**. SPROXTON, traduit par A. TISSOT. In-8°, 1929 (385 gr.)... 40 fr.
- Photographie**, MIRON, PROMIO. In-16. 2^e édit., 1925. (730 gr.). 68 fr.
- Pour le photographe et le cinéman**, DE THELLESME. In-16. 229 p. 139 fig. 1927. (240 gr.)... 19 50
- La technique cinématographique**, LOBEL. In-16, 3^e édit. 1926. (665 gr.)... 77 fr.
- Le guide de l'opérateur dans la photogravure**, VILLEMAIRE. In-8°, avec 34 fig. 1921. (250 gr.)... 21 fr.
- Pour l'inventeur**, CHAPLET. In-16, 1926. (230 gr.)... 18 50

AGRICULTURE

- Génie rural. Constructions rurales et machines agricoles**, PHILBERT-PORCHET. In-16. 596 p. 299 fig. 2^e édit. 1927. (760 gr.)... 60 fr.
- Hydraulique agricole**, LEVY-SALVADOR. I : *Cours d'eau. Barrages. Maintien du libre écoulement des eaux*. 293 fig. 3^e édit. 1928. (920 gr.), 68 fr.; II : *Irrigations*, 459 fig. 2^e édit. 1923. (520 gr.), 45 fr.; III : *Eaux nuisibles*, avec 239 fig., 2^e édit. 1923. (490 gr.)... 45 fr.
- Manuel d'agriculture tropicale**, WILLIS, 25 pl. 1912. (620 gr.) 30 50
- Zoologie appliquée en France et aux colonies**, PELLEGRIN et CAYLA. In-16, avec 282 fig. 1907. (1.060 gr.)... 54 fr.
- Comment prévoir le temps?** MOREUX. 2^e édit. 1925. (350 gr.). 21 fr.
- Méthode simple pour prévoir le temps**, MOREUX. 1923. (50 gr.). 7 fr.
- Pour le jardinier amateur**. ROUSSET. 1927. (300 gr.)... 19 50

FASCIOULE 8

ARCHITECTURE. — CONSTRUCTION TRAVAUX PUBLICS

I. — ARCHITECTURE

- Traité d'architecture**, REYNAUD. *Ouvrage couronné par l'Institut.*
4^e édit. 2 vol. in-4^o et 2 atlas de 179 pl. 1894. (12.100 gr.). 504 fr.
- Architecture**, HÉBRARD. In-16, 371 fig. 2^e édit. 1928. (720 gr.). 64 fr.
- Traité d'architecture théorique et pratique**, TUBEUF. In-4^o. I : *Histoire de l'architecture.* (1.280 gr.), 42 fr.; II : *Pratique de l'architecture.* (1.380 gr.), 48 fr.; III : *Types de constructions diverses* (Habitations particulières). (1.440 gr.), 48 fr.; IV : *Types de constructions diverses* (Edifices publics et divers). (2.230 gr.)..... 72 fr.
- Pour l'architecte et le futur propriétaire**, HANNOUILLE. In-16, avec 116 fig. 1929 (235 gr.),..... 19 fr.
- Edifices publics**, GUILLOT, BOUSQUET. 2^e édit. 1927. (950 gr.). 83 fr.
- Comment construire une villa. La construction à la portée de tous.** GUILLOT. In-8^o, 474 fig. et 1 pl. 3^e édit. 1923. (640 gr.).... 44 50
- Petites constructions françaises**, par un Comité d'architectes, avec 400 pl. 1904. T. I: (*épuisé*), T. II, III, IV, chaque volume. 1500 gr. environ..... 85 fr.
- Maisons ouvrières récemment construites.** 40 pl. (760 gr.). 40 fr.
- La science des plans de villes. Ses applications à la construction, à l'extension, à l'hygiène et à la beauté des villes**, A.-A. REY, J. PIDOUX, C. BARDE. In-8^o, avec figures. 1929. (1.300 gr.)..... 195 fr.
- Quelques problèmes d'urbanisme.** W. LCHARACHNICK. In-8^o, 1930 (265 gr.)..... 13 fr. 50
- L'urbanisme à la portée de tous**, RAYMOND. 1925. (290 gr.) 25 fr.
- Plantations, parcs et jardins publics**, LEFEBVRE. In-16, 376 fig. 2^e édit. 1927..... 50 fr.
- La maison salubre**, GUILLOT. In-8^o, 172 fig. 1914. (980 gr.). 42 fr.

II. — GÉNÉRALITÉS SUR LA CONSTRUCTION

- Annales des Travaux Publics de Belgique**, Ab. annuel (6 n^{os}).
France : 110 fr. Etranger : 115 fr. (110 fr. pour les pays acceptant l'échange du tarif postal réduit). Le n^o..... 20 fr.
- Aide-mémoire des ingénieurs, architectes, entrepreneurs, conducteurs, agents-voyers, dessinateurs**, CLAUDEL et DARIÈS.
Partie théorique : *Introduction à la science de l'ingénieur.* 8^e édit. 2 vol. in-8^o, avec 1.710 fig. et 2 pl. 1913. (2.430 gr.)..... 86 50
Partie pratique : *Formules, tables et renseignements usuels.* 2 vol. in-8^o, xxvi-2296 p. 1613 fig. 12^e édit. 1930 (2800 gr.). Rel... 235 fr.

- Pratique de l'art de construire**, CLAUDEL, LAROQUE et DARIÈS. In-8°, 1.162 fig. 7^e édit. *Nouv. tir.* 1920. (1.520 gr.)..... 133 fr.
- Les travaux publics et le bâtiment aux Etats-Unis**, ANTOINE. In-8°, avec 123 fig. 1923. (330 gr.)..... 30 fr.
- Devis et évaluations des travaux publics et des constructions civiles**, BONNAL et DARDART. In-16, 2^e édit. 1924. (960 gr.). 72 fr.
- Méthodes rapides d'évaluation du prix de construction et série de prix au mètre superficiel**, LOUARN. In-4°. 3^e édit. 1924. (430 gr.)..... 35 fr.

III. — RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX, STABILITÉ DES CONSTRUCTIONS

- Résistance des matériaux appliquée aux constructions**, ARAGON. 2^e édition révisée par CHAMBRAN. I : 1928. (1.020 gr.), 69 fr. II : 1929 (910 gr.). 72 fr. III : 1927. (740 gr.)..... 56 fr.
- Cours de résistance des matériaux : Applications au calcul des éléments des machines**, BONHOMME. In-8°, 1919. (1.500 gr.). 98 fr.
- Cours de résistance des matériaux**, RABOZÉE. In-8°, avec 236 fig. 1926. (1.800 gr.)..... 182 fr.
- Cours de résistance des matériaux**, MESNAGER. In-8°, avec 330 fig. 1928. (660 gr.)..... 84 fr.
- Déformations permanentes et ruptures des aciers. Les causes prévues. Les accidents**. RÉGNAULD, 1929 (180 gr.)..... 22 fr.
- Le calcul des colonnes**, LEMAIRE. I : In-8° (*épuisé*). II : in-8°, 1926. (210 gr.). 30 fr. III : in-4°, 1928. (320 gr.)..... 50 fr.
- Statique graphique**, BUGAT-PUJOL. In-4°, 1918. (1.410 gr.). 67 fr.
- Barèmes pour le calcul des poutres, solives, linteaux, poitrails, chevrons, etc.**, P. TURBAT. In-8°, 1929. (135 gr.)..... 15 fr.
- Traité de la résistance des matériaux et de la stabilité des constructions civiles**, DE VILLIERS DE L'ISLE-ADAM. In-8°, avec 61 fig. N. T. 1930 (710 gr.)..... 39 fr.
- Stabilité des constructions usuelles**, ROUSSELET et PETITET. In-4°, 421 fig. 2^e édit. 1926. (840 gr.)..... 78 fr.
- Déformations des constructions usuelles**, ROUSSELET et PETITET. In-4°, 493 fig. 1923. (1.010 gr.)..... 61 50
- Cours de stabilité des constructions**, VIERENDEEL. 4^e édit. I : 1926. (1.170 gr.), 140 fr.; II : 1928. (1.350 gr.), 140 fr.; III : 1927. (650 gr.). 100 fr.; IV : 1927. (965 gr.), 130 fr.; V : 1928. (1.135 gr.). 130 fr.

IV. — MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION, CIMENT ARMÉ

- Les défauts des mortiers et bétons**. MALETTE. In-8° de iv-226 pages, 1929 (425 gr.)..... 55 fr.
- Bois et métaux**, AUCAMUS. 365 fig. 2^e éd. 1926. (630 gr.).. 60 fr.
- Analyses et essais des matériaux de construction**, MALETTE. In-16. 916 p., 187 fig. 1924. (1.010 gr.)..... 72 fr.
- Analyse dilatométrique des matériaux**, P. CHEVENARD. In-4° 1929 25 fr.

- Recherches industrielles sur les chaux, ciments et mortiers**, BIED. 227 p., 37 fig., 23 graphiques. 1926. (470 gr.)..... 49 fr.
- Cours de béton armé**, A. MESNAGER. In-4° 1921. (1.590 gr.) 154 fr.
- Aide-mémoire de l'ingénieur-constructeur de béton armé**, BRAIVE. In-8°, avec fig. 3^e édit. 1922. (560 gr.)..... 47 fr.
- Le béton armé à la portée de tous**, MALPHETTES. (420 gr.). 1925. 37 fr.
- Calculs simplifiés de stabilité des constructions en béton armé**, THIBAUT. In-8°, 1929. (630 gr.)..... 70 fr.
- Les calculs de résistance de pièces en béton armé rendus simples**, THIBAUT. In-8°, 106 p. 1926. (250 gr.)..... 19 50
- Pratique de la construction en béton et mortier de ciment armés ou non armés**, TAYLOR, THOMPSON et DARRAS. 1924. (1.360 gr.). 105 fr.
- Tables pour le calcul rationnel des planchers sans nervures et des dalles rectangulaires**, SONIER, 1929. (210 gr.). 27 50
- Pour le cimentier**. CHAPLET. 2^e édit. 1929 (175 gr.)..... 15 fr.
- Le portefeuille du béton armé**, FORESTIER. Fascicules I à IV. 21 fig., 6 pl. 2^e édit. 1926. (680 gr.), 62 fr.; Fasc. V à VIII. 23 fig., 7 pl. 1921. (780 gr.)..... 62 fr.
- Calcul des constructions hyperstatiques**, RIEGER-CAROT. Tome I : *Cadres et portiques en béton armé*. 2 vol., 1927 (450 gr.). Ensemble 54 fr. — Tome II : *Cadres et portiques multiples*. (En préparation.)
- Règle à calcul pour construction en béton armé, système RIEGER** (avec 3 réglottes)..... 1.200 fr.

V. — TERRASSEMENTS, FONDATIONS, MAÇONNERIE

- Tracé et terrassements**, FRICK et GUILLEMONT. In-16, 2^e édit. 1926, (950 gr.)..... 70 fr.
- Fouilles et fondations**, FRICK et LÉVY-SALVADOR. In-16. 2^e édit. 1926 (720 gr.)..... 62 fr.
- Mètre et attachements de terrasse, maçonnerie, etc.**, MOUREL-MAILLARD. I : *Terrasse*. (épuisé) ; II (épuisé). III, IV, V : *Maçonnerie*. (3.990 gr.)..... 180 fr.
- Maçonneries**, SIMONET. In-16. 2^e édit. 1929. (600 gr.).... 48 fr.
- La marbrerie**, DARRAS. In-8°, avec 163 fig. 2^e éd. 1929 (700 gr.). 72 fr.
- Carrelages et faïences**, MOULINEY. In-4°, 157 fig. 1914. (700 g.) 28 fr.
- Pour le maçon et le plâtrier**, HANNOUILLE. (216 gr.). 1928. 16 50

VI. — CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES, CHARPENTE, COUVERTURE, MENUISERIE, ÉBÉNISTERIE, TAPISSERIE, SERRURERIE

- Calcul des charpentes**, BERGERON. In-4°. 1921. (1.440 gr.).. 126 fr.
- Constructions métalliques**, BONHOMME et SILVESTRE. In-4°, 867 fig. et 2 pl. 1921. (1.710 gr.)..... 112 fr.
- Considérations inédites sur les charpentes métalliques**, L. PERBAL. In-4°, avec fig. et tableaux, 1929. (520 gr.)..... 50 fr.
- Tableaux relatifs à la construction métallique** (*Vade-mecum du charpentier*), L. PERBAL, In-4°, avec 13 fig. 1929. (255 gr.). 23 fr.

- Le traçage en chaudronnerie et en charpente en fer**, HERMANN et DEYSINE. In-16, 1924. (200 gr.)..... 20 fr.
- Traçage des constructions métalliques et de chaudronnerie**, BOTTIEAU. 1926. (770 gr.)..... 61 fr.
- Traité de charpente en bois et en fer**, OSLET. In-4°. I : *Charpente en bois. (épuisé)* ; II : *Charpente en fer.* (2.060 gr.), 72 fr. ; III : *Serrurerie, Quincaillerie et petite charpente en fer.* (2.230 gr.), 78 fr. ; IV : *Procédés de construction.* (1.040 gr.), 60 fr. ; V : *Métré de charpente en bois.* (2.280 gr.)..... 90 fr.
- Art du trait de charpente**, DELATAILLE. I : *Bois droit.* (590 gr.), 30 fr. ; II : *Bois droit.* (580 gr.), 30 fr. ; III : *Bois broché.* (560 gr.), 30 fr. ; IV : *Combles* (570 gr.), 30 fr. ; Les 4 vol. (2.300 gr.). 100 fr.
- Charpente et couverture**, ALDEBERT et AUCAMUS. In-16, 2^e édit. 1926. (700 gr.)..... 52 fr.
- Métré de couverture et série de prix des ouvrages de couverture**, OSLET, LECOMBE et CORDEAU. In-4°, avec 610 fig. (1.630 gr.). 78 fr.
- Manuel de serrurerie**, HENRIET. In-8°, 232 fig. 1924. (330 gr.) 21 fr.
- Cours de technologie du bois**, MASVIEL. In-4°, I : *Généralités.* 3^e édit. 1926. (520 gr.), 23 fr. ; II : *Travail mécanique.* 2^e édit. 1925. (610 gr.)..... 27 fr.
- Traité de menuiserie**, OSLET et JEANNIN. In-4°. I : *Menuiserie de bâtiments (épuisé)*. II : *Métré (épuisé)*. III : *Installations diverses. Ebénisterie et Layetterie* (1.370 gr.)..... 48 fr.
- Menuiserie, serrurerie, plomberie, peinture et vitrerie**, AUCAMUS. In-16, 247 fig., 2^e édit. 1924. (520 gr.)..... 45 fr.
- Industrie du meuble**, BOISON. In-16, 1928. (510 gr.)..... 23 fr.
- Pour finir un meuble**, DEHEURLES. In-16. 1928. (315 gr.). 18 50
- Pour le tapissier amateur**, BEAURIEUX. In-16. 1928. (240 gr.) 18 50
- Manuel du tapissier-garnisseur**, BOISARD. 1928. (330 gr.). 18 fr.

VII. — PLOMBERIE, CHAUFFAGE, FUMISTERIE, PEINTURE

- Traité pratique de la pose et l'entretien des canalisations de gaz**, BARBE. In-8°, avec 135 fig. 1910. (910 gr.)..... 30 50
- Métré de plomberie et d'électricité et série de prix s'y rattachant**, OSLET, LASCOMBE et CORDEAU. In-4°. (2.160 gr.)... 78 fr.
- Pour le plombier et le spécialiste en installations sanitaires**, par J. de THELLESME, ingénieur civil et LEDUQUE, entrepreneur de plomberie. (*En préparation.*)
- Chauffage, ventilation et fumisterie**, AUCAMUS. In-16, avec 277 fig., 2^e édit. 1923. (480 gr.)..... 45 fr.
- Le chauffage des habitations**, DEBESSON. 730 fig. In-8°, avec 730 fig., 2^e édit. 1920. (1.630 gr.)..... 136 fr.
- Notes sur les chaudières employées dans les installations de chauffage central**, LELEUX. In-8°, avec 43 figures. 1927. (220 gr.). 20 fr.
- Régimes variables de fonctionnement dans les installations de chauffage central**, NESSI et NISOLLE. 1925. (250 gr.)... 44 50
- Méthodes graphiques pour l'étude des installations de chauffage et de réfrigération en régime discontinu**, NESSI et NISOLLE. In-4°, avec 49 fig. 1929. (900 gr.)..... 84 fr.

- Distribution et réglage de la chaleur dans les installations de chauffage central**, NESSI et NISOLLE. In-4°. 1924. (150 gr.). 11 fr.
- Répartition générale de la chaleur dans les immeubles au moyen de centrales thermiques**, NESSI. In-4°, 12 fig. 1924. (220 gr.) 16 50
- Pour le fumiste et le monteur de chauffage central**, par VALLIEZ, ingénieur et BELLAMI, constructeur, 1930 (205 gr.)..... 18 fr. 50
- Métré de fumisterie, chauffage, tôlerie, chaudronnerie, faïencerie**, GRANDJEAN. In-4°, 1.316 fig. (2.180 gr.)..... 78 fr.
- Pour le peintre vitrier**, BATAILLE, CHAPLET et DE THELLESME. In-16. 164 pages. 1922. (200 gr.)..... 14 50

VIII. — TOPOGRAPHIE. — ROUTES

- Topographie appliquée aux travaux publics**, PRÉVOT et ROUX.
I : *Instruments*. 2° édit. 1925. (670 gr.), 66 fr. ; II : *Méthodes*, 2° édit. 1925. (990 gr.)..... 80 fr.
- Cours de topographie de l'École des maîtres-mineurs de Douai**, TISON. In-8°. I : 1928. (440 gr.). 44 fr. ; II : 1928. (260 gr.), 28 fr.
L'ouvrage complet..... 66 fr.
- Manuel de topométrie**, BAILLAUD. In-8°, 93 fig. 1920. (800 gr.) 42 fr.
- Sur le terrain, Topographie usuelle**, LIGER. N. T. 1925. (180 gr.). 11 fr.
- Nouvelle méthode pratique et tables pour le calcul du mouvement des terres et de la zone d'emprise nécessaire à la construction de routes, voies ferrées, canaux**. CATTO, traduit de l'italien, par BOURGEOIS. In-8°. XII-251 p. 193 (320 gr.). 27 fr. 50
- Tables trigonométriques pour le tracé des courbes de chemins de fer, routes et canaux**, GAUNIN, HOUDAILLE et BERNARD. Nouv. édit, In-8°, avec 24 fig. 1922. *Nouv. tirage* 1930 (450 gr.)..... 47 fr.
- Tables tachéométriques**, NOMICOS. In-8°, 1928. (320 gr.). 50 fr.
- Routes et chemins vicinaux**, ROUX. 2° édit. 1924. (640 gr.). 53 fr.
- Les routes américaines**, ANTOINE. 2° édit. 1926. (150 gr.). 22 fr.
- Voie publique**, LEFEBVRE. In-16, avec fig. 2° édit. 1926. (750 gr.) 40 fr.

IX. — PONTS. — VIADUCS. — TUNNELS

- Méthode de calcul des ponts métalliques**, MÉTOUR. In-8°, avec 236 figures. 1921. (1.410 gr.)..... 112 fr.
- Ponts et ouvrages en maçonnerie**, ARAGON. 1909. (660 gr.). 50 fr.
- Ponts en bois et en métal**, ARAGON. In-16. 1911. (640 gr.). 50 fr.
- Calculs de résistance des ponts métalliques, d'après les prescriptions ministérielles**. DE BOULONGNE et BEDAUX. 1916. (1.160 gr.) 42 fr.

FASCICULE 9 bis

X. — HYDRAULIQUE. — DISTRIBUTION D'EAU ASSAINISSEMENT

- Machines hydrauliques**, par BERGERON. 1928. (1.120 gr.). 105 fr.
- Théorie du coup de bélier**, ALLIÉVI et GADEN. (690 gr.). 1921. 14 fr.
- Barrages conjugués et bassins de compensation**, G. LAPORTE. In-8°, 1929. (310 gr.)..... 32 fr.

- La technique de la houille blanche, PACORET. I : Création et aménagement des chutes d'eau et des usines hydro-électriques.** 4^e éd., 1925. 2 vol., (3.050 gr.), 266 fr.; II : *Descriptions et études d'usines hydro-électriques aménagées ou projetées.* 3^e éd. 1920. (1.040 gr.), 78 fr. 50; III : *Utilisation de l'énergie des chutes d'eau.* 3^e éd. 1920. (1.870 gr.), 196 fr.; IV : *Utilisation de l'énergie des forces hydraul., électrochimie, électro-métallurgie.* 3^e éd. 1920. (1.290 gr.)..... 112 fr.
- Distributions d'eau, DARIÈS. Nouv. tir.** 1909. (680 gr.).. 53 fr.
- Traité d'adduction et de distribution d'eau, GILBERT et MONDON,** In-8°, 904 fig. et 8 pl., 2 vol. ensemble 1928 (2.500 gr.).. 285 fr.
- Règle Mognié, pour le calcul des conduites**..... 130 fr.
- Établissements des projets de distribution d'eau potable, FRICK, LÉVY-SALVADOR.** In-8°, 2^e édit. 1926, 45 fig. (275 gr.)..... 25 fr.
- Devis et cahiers des charges pour travaux communaux de distributions d'eau, FRICK et CAUVIN.** In-4°. 1920. (730 gr.). 44 50
- Assainissement des villes et égouts de Paris, DAVERTON.** In-8°. XVIII-794 pages. 1922. (900 gr.)..... 68 fr.

XI. — NAVIGATION. — PORTS

- Rivières canalisées et canaux, CUÉNOT.** 1913. (1.060 gr.). 68 fr.
- Fleuves et rivières, CUÉNOT.** In-16, 232 fig. 1921. (910 gr.). 60 fr.
- Collection des grands ports français : Dunkerque, Calais, Boulogne.** H. MALO. 1920. (200 gr.), 12 fr. — *Le Port de Rouen*, DUPOUY. (190 gr.), 1920, 12 fr. — *Le port de Paris*, COLIN, 1921. (250 gr.), 15 fr. — *Nantes et Saint-Nazaire*, COLIN, 1921. (250 gr.), 15 fr. — *Le Port du Havre*, WEULERSSE, 1921. (250 gr.), 14 fr. — *La Rochelle et Bayonne*, VERGNIOL, 1921. (170 gr.), 10 fr. — *Le Port de Strasbourg*, ARNAUD. 1922. (230 gr.), 13 fr. — *Bordeaux-la Gironde*, LORIN. 1921. (220 gr.), 13 fr. — *Brest et Lorient*, DUPOUY. 1922. (210 gr.), 13 fr. — *Cette, Port-Vendres, Nice*, MARTIN et COMBY. 1922. (310 gr.), 13 fr. — *Le Port de Marseille*, LÉOTARD, 1922. (310 gr.) 13 fr. — *Caen, Dieppe, Cherbourg*, GIDEL, 1922. (240 gr.).. 16 fr.
- Le Port d'Alger, DELVERT.** 1923. (280 gr.)..... 13 fr.
- Le Rhin et le Port de Strasbourg, LUCIUS.** 1928. (260 gr.). 13 fr.
- Travaux maritimes, LÉVY-SALVADOR et PRUDON.** In-16, 2 vol. I : 1929 (675 gr.). 62 fr. 50. — II : (*En préparation.*)
- Ports maritimes, DE CORDEMOY.** 2 vol. In-16. 1920. (1.240 gr.). 90 fr.
- Exploitation des ports maritimes, DE CORDEMOY.** 175 fig. *Nouv. tir.* 1920. (600 gr.)..... 45 fr.

XII. — ADMINISTRATION ET LégISLATION DES TRAVAUX PUBLICS

- Traité administratif des travaux publics (édition refondue du Dictionnaire administratif des travaux publics de DEBAUVE), COURCELLE.** In-8°, 3 volumes 1927. (3.100 gr.)..... 250 fr.
- Législation du bâtiment.** COURCELLE, 1930 (1295 gr.)..... 120 fr.
- Manuel juridique des travaux publics, MARIZIS et COT.** 1925. (430 gr.)..... 56 fr.

- Occupations temporaires, Commentaires de la loi sur les dommages causés à la propriété privée par l'exécution des travaux publics**, PLONQUET. In-8°. 1909. (350 gr.)..... 11 fr.
Canalisations d'éclairage, réglementation et jurisprudence, REMAURY. In-8°. 1912. (420 gr.)..... 16 50

FASCICULE 9

CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS

- Revue générale des chemins de fer**. Publication mensuelle. Abonn. annuel : France, 120 fr. ; Etranger. 160 fr. (145 fr. pour les pays ayant accepté l'échange du tarif postal réduit). Le N° de l'année en cours. 11 fr.
- Aperçu de l'évolution des chemins de fer français de 1878 à 1928**, R. GODFERNAUX. In-8°, avec figures, 1928. (360 gr.).... 20 fr.
- Traité des chemins de fer**, MOREAU. In-4°. I : *Infrastructure*. (1.390 gr.), 56 fr. ; II : *Superstructure*. (1.930 gr.), 70 fr. ; III : *Matériel et traction*. (2.330 gr.), 84 fr. ; IV : *Locomotives, accessoires*. (1.970 gr.), 77 fr. ; V : *Exploitation, statistique*. (2.510 gr.), 98 fr. ; VI : *Chemins de fer secondaires*. (1.960 gr.)..... 84 fr.
- Les chemins de fer à voie d'un mètre**, MUSTAPHA IBRAHIM BEY. In-4°, avec fig. 1922. (1.110 gr.)..... 63 fr.
- Exploitation technique des chemins de fer**, GALINE. 2° édit. 1924. In-16, 344 fig. 1 pl. (900 gr.)..... 73 fr.
- Exploitation commerciale des chemins de fer**, BONNAL. CHATEL. 2° édition 1928. In-16 (840 gr.)..... 68 50
- Cours d'exploitation des chemins de fer**, U. LAMALLE, Tome I. *Exploitation commerciale*. In-4°, avec fig. 1929. (620 gr.). 45 fr.
- Construction et voie**, SIROT et BELORGEY. 2° édit. 1924. In-16. 317 fig., 14 pl. (810 gr.)..... 64 fr.
- Manuel pratique des poseurs de voies de chemins de fer**, SALIN et SOUSTELLE. In-16, avec 280 fig. 5° édit. 1925. (400 gr.). 28 fr.
- Locomotive et matériel roulant**, DEMOULIN et VIGERIE. 2° édit. 1924. In-16, 219 fig., 14 pl. (630 gr.)..... 60 fr.
- La locomotive**, LAMALLE. 498 p., 433 fig. 3° édit. 1927 (1.050 g.) 80 fr.
- Le mécanicien de chemin de fer**, GUÉDON, In-8°, 512 fig. 3° édit. 1920. (960 gr.)..... 50 fr.
- Electrification partielle du réseau de la Compagnie d'Orléans**, PARODI. In-4°, 215 figures. 1928. (930 gr.)..... 48 fr.
- Tramways, Métropolitains et Automobiles**, AUCAMUS et GALINE. 3° édit. JULIEN. In-16, 461 fig. 1 pl. 1924. (950 gr.)..... 75 fr.
- Monographies des réseaux de l'Est et du Nord**, H. LAMBERT. I : *Est*, 1907. (220 gr.) ; II : *Nord*, 1909. (230 gr.)..... 20 fr.
- Contrôle des chemins de fer et tramways**, DE LA RUELLE. CHATEL. In-16. 2° édition 1929. (790 gr.)..... 58 fr.
- Cahiers des charges unifiés et spécifications techniques adoptés par les chemins de fer français**, VIOLET. 1925. Avec compléments à jour au 6 février 1930. (320 gr.)..... 35 fr.

FASCICULE 10

GÉOLOGIE. — MINES. — MÉTALLURGIE

I. — GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE

- Dictionnaire de Géologie**, S. MEUNIER. 1926 (900 gr.)... 125 fr.
Œuvres géologiques de Marcel Bertrand, recueillies par DE MARGERIE, 3 volumes in-8°. I, 1927 (1.750 gr.), 100 fr.; II, 1928: (1.650 gr.), 100 fr.; III, *en préparation*. L'ouvrage complet..... 300 fr.
Hydrologie et hydroscopie, LANDESQUE. In-8°, 1920. (740 gr.) 50 fr.
Essai d'hydrogéologie. Recherche, étude et captage des eaux souterraines, par le D^r IMBRAUX. In-4°, xx-678 p., 1930 (1800 gr.). 270 fr.
Précipitations atmosphériques. Ecoulement et hydroélectricité, J. LUGBON. In-8°, avec fig. et pl. 1928. (1.100 gr.)..... 75 fr.
Les sourciers et leurs procédés. La baguette, le pendule, MAGER. In-16, 352 p. avec fig., 3^e édit. 1926. (500 gr.)..... 42 fr.
Géologie et minéralogie appliquée, CHARPENTIER. In-16, avec 116 fig., 2^e édit. 1927. (960 gr.)..... 64 fr.
Notions élémentaires de cristallographie, géométrie et optique de minéralogie et de pétrographie, BUTTGENBACH. In-8°, avec 145 fig. 1922. (200 gr.)..... 28 fr.
Tableaux des constantes géométriques des minéraux, BUTTGENBACH. In-4°, avec 5 fig. 1918. (250 gr.)..... 21 fr.
Les minéraux et les roches, BUTTGENBACH. In-8°, 5^e édit. 1928, 592 fig. (1.320 gr.)..... 160 fr.
Les gîtes minéraux, MEUNIER. In-8°, 1919. (800 gr.).... 49 fr.

II. — MINES

- Annales des Mines**. Publication mens. Abt. annuel. Paris, 000 fr. Départ., 000 fr.; Etr., 000 fr. (000 fr. pour les pays ayant accepté l'échange du tarif postal réduit). Le n^o de l'année en cours. 12 fr.
Etude pratique des minerais. Guide pour les missions d'études minières et les essais aux usines de traitement N. DÉGOUTIN. In-8°, iv-429 p. 1930. (810 gr.)..... 85 fr.
Gîtes miniers et leur prospection, ROUX-BRAHIC. 1919. (1.450 gr.) 126 fr.
Guide pratique de la prospection des mines et de leur mise en valeur, LECOMTE-DENIS, 4^e édit. 1927. In-8°. (1.380 gr.). 110 fr.
Recherches minières. Guide pratique de prospection et de reconnaissance des gisements. COLOMER. 4^e édit. 1923. (530 gr.).... 54 fr.
Comment on crée une mine, LECOMTE-DENIS. In-8°, 3^e édit. 1913. (310 gr.) 16 50
Cours d'exploitation des mines, HATON DE LA GOUPILLIÈRE et BÈS DE BERG. 4^e édit. I: in-8°, avec 761 fig. 1928. (2.075 gr.). 189 fr. II, III, IV. (*En préparation*).
Exploitation des mines, COLOMER. 3^e édit. 1923. (590 gr.).. 53 fr.
Exploitation des mines métalliques, CRANE et BORDEAUX. In-8°, avec 66 fig. 1912. (740 gr.)..... 22 fr.

Causeries sur les flons métalliques , P. AUDIBERT. In-8°, 1929. (475 gr.)	33 fr.
Ateliers modernes de préparation, mécanique des minerais , ROUX-BRAHIC. In-8°. 895 p., 425 fig. 1922. (1.490 gr.)...	168 fr.
Traité pratique du broyage et tamisage des matériaux et minerais , RATEL. In-8°, 405 fig. 1920. (1.880 gr.).....	133 fr.
La technique du mineur , MARTEL. 2° éd. 1929. (1.550 gr.).	130 fr.
Législation minière et contrôle des mines , CUVILLIER, DE BUTTET. 2° édit. 1929. (760 gr.)	67 fr.

FASCICULE 10 bis

III. — MÉTALLURGIE

Chimie physique des métaux , SCHENCK et LALLEMENT. In-8°. 1911. (750 gr.)	42 fr.
Le chauffage industriel, introduction à l'étude de la métallurgie , LE CHATELLIER. In-8°, avec 96 fig. 3° édit. 1925. (1.110 gr.).	80 fr.
L'économie thermique dans la sidérurgie . SCHLIPKOTER, traduit de l'allemand par WEYAND et BECHTER, 1930. (870 gr.)...	29 fr.
Les fours industriels . TRINKS, traduit par SCHUBERT. Tome I. (<i>En préparation.</i>)	
Leçons de sidérurgie , ANGLÈS D'AURIAC et ESTOUR. In-8°. 2° édit. (<i>en préparation.</i>)	
Calculs métallurgiques , RICHARDS et LALLEMENT. 1922. (1.710 gr.).	114 50
Essais et analyses des produits sidérurgiques , SERRE. In-8°, avec 39 fig. 1925. (280 gr.).....	26 50
Manuel des laboratoires sidérurgiques. Méthodes analytiques conventionnelles de la communauté ARBED-TERRES-ROUGES. In-8°, 312 p. 67 fig. 1927. (510 gr.).....	30 50
Calcul du lit de fusion des hauts fourneaux , PAWLOFF et DLOUGATCH. In-8°, avec fig. 1924. (550 gr.).....	35 fr.
Précis de métallographie microscopique et de macrographie , GUILLET et PORTEVIN, 117 pl. 2° édit. 1924. (1.180 gr.) ..	105 fr.
Les méthodes d'étude des alliages métalliques , GUILLET. In-8°, avec 577 fig. 1923. (1.210 gr.).....	98 fr.
La corrosion des métaux , EVANS. In-8°. 1928. (640 gr.)..	60 fr.
Les impuretés dans les métaux. Leur action sur la structure et les propriétés des métaux , par C.-J. SMITHELLS, 1930 (405 gr.).	50 fr.
Actualités métallurgiques , DEJEAN. 1925. (560 gr.)....	50 fr.
Trempe, recuit, revenu , GUILLET. I : <i>Théorie</i> , 1927. (870 gr.), 121 fr. ; II : <i>Pratique</i> , 1928. (600 gr.), 83 fr. ; III : <i>Résultats. (En préparat.)</i>	
Etude sur les métaux industriels , TURPIN. 1919. (380 gr.).	22 fr.
Essais de réception des métaux , CHARPY, In-8° 1921.	25 fr.
Les essais de fatigue des métaux , BREUIL. 1925. (120 gr.)..	9 50
Le contrôle de la dureté des métaux dans l'industrie . ROUDIÉ, 1930 (325 gr.).....	26 fr.
L'usage des métaux , BREUIL, In-16. 1925 (80 gr.).....	7 fr.
Manuel pratique de fonderie. Cuivre, Bronze, Aluminium. Alliages divers . DUPONCHELLE. In-16°. <i>Nouv. tir.</i> 1923. (350 gr.)	19 fr.

- Pour les praticiens de la fonderie : modelleurs, mouleurs, fondeurs, LEFEBVRE.** In-16, 143 fig. 1928. (240 gr.)..... 19 fr.
La fabrication de la fonte malléable, C. BUSQUET. In-8^o, 1929. (315 gr.)..... 36 fr.
Comment on pratique la fonderie, DUPONCHELLE. 1921. (1.070 gr.)..... 77 fr.
La technique du modèle de fonderie, MASVIEL. 1927. (600 gr.) 53 fr.
Le modelage mécanique, CHAMPDECLER. In-4^o, 1920. (710 gr.) 33 50
Aciers, fers, fontes, JACQUET. I. 2^e édit. 1923 : 160 fig. (320 gr.), 18 fr.; II : 133 fig., 2^e édit. 1927. (320 gr.)..... 18 fr.
La fonderie d'acier, HALL, trad. par DROUOT. 1925. (940 gr.) 80 fr.
Le traitement thermique préliminaire des aciers doux et demi-durs, GIOLITI. In-8^o, avec figures. 1921. (1.210 gr.)... 70 fr.
Déformations permanentes et ruptures des aciers, P. REGNAULD. In-8^o, 1929. (180 gr.)..... 22 fr.
Installations d'aciéries et laminoirs, JACQUES. In-8^o. 3 fascicules I et II épuisés, III 1918. (300 gr.)..... 42 fr.
Les aciers spéciaux. Historique, propriétés, traitements et fabrication. MARS, traduit de l'allemand par PÉTROU. (*En préparation.*)
Etudes sur les laminoirs, PUPPE et DEMOLE. 1922. (1.370 gr.) 98 fr.
Laminoirs à fers marchands, RICHARME. In-4^o, 1929. (460 gr.) 55 fr.
Soufflantes et compresseurs centrifuges, MONTEIL. In-8^o. 1922. (210 gr.)..... 18 50
Traitement métallurgique des minerais complexes (zinc, cuivre, plomb, etc.), ROUX-BRAHIC. In-8^o. 1927. (1.500 gr.)..... 147 fr.
Les métallurgies électrolytiques et leurs applications, LEVASSEUR. In-8^o. 1921. (380 gr.)..... 25 fr.
L'électrochimie et l'électrometallurgie, LEVASSEUR. In-8^o avec 128 fig., 3^e édit. 1928. (700 gr.)..... 71 fr.
Electrometallurgie des solutions aqueuses. Electrochimie appliquée. J. BILLITER, traduit par SALAUZE..... (*En préparation.*)
L'aluminium dans l'industrie, ESCARD. In-8^o. 1921. (1.090 g.) 75 50
La galvanisation du fer, BABLIK-SCHUBERT. 1927. (250 gr.) 54 fr.
Manuel pratique de soudure autogène, GRANJON et ROSEMBERG. In-8^o, avec figures. 2^e édit. 1929 (560 gr.)..... 31 fr.
La soudure électrique, VARINOIS. In-8^o. 1923. (1.270 gr.) 91 fr.
Pour le soudeur-braseur, LEFÈVRE. In-16. 1926. (165 gr.) 17 fr.
L'électrometallurgie du fer et de ses alliages, ESCARD. 1920. (1.840 gr.)..... 133 fr.
Les métaux des terres rares, SPENCER et DANIEL. In-8^o. 1922. (710 gr.)..... 56 fr.

IV. — PIERRES ET MÉTAUX PRÉCIEUX

- Etude résumée des métaux précieux. Extraction. Récupération. Séparation,** par W. LAATSCH. Traduit de l'allemand par A. SCHUBERT, 1930. In-IV de VI-151 pages (290 gr.)..... 32 fr.
Guide pratique pour la recherche et l'exploitation de l'or en Guyane française, LEVAT. In-8^o, avec 6 pl. 1898. (610 gr.) 25 fr.
Désargement des plombs, ROSWAG. In-8^o. 1884. (900 gr.) 84 fr.
La synthèse du rubis, FRÉMY. In-4^o, 22 pl. col. 1891. (650 gr.) 70 fr.

CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE

EXPÉDITIONS. — Les ordres sont exécutés contre remise de valeur sur Paris, mandat-poste, versement au compte de chèques postaux PARIS 7545 ou bien, sur le désir du client, contre remboursement lorsque ce mode de recouvrement est possible. Sauf avis contraire du destinataire, l'envoi est fait par poste ou colis postal à ses risques et périls ; *il est toujours recommandé pour l'étranger*, mais ne l'est que sur demande pour la France et ses colonies.

Les frais de port, ainsi que ceux de remboursement, de recommandation ou d'assurance sont à la charge du client. Le poids net indiqué au catalogue pour chaque ouvrage permet d'évaluer les frais de port en se reportant à un barème envoyé franco sur demande.

COMPTES COURANTS. — Un compte peut être ouvert lorsque l'importance des commandes et surtout leur fréquence le justifient ; les clients en compte reçoivent en février, mai, août et novembre, pour les trois mois précédents, un relevé qu'ils paient dans les conditions indiquées ci-après.

RÈGLEMENT. — France et Afrique française du Nord : Valeur sur Paris, mandat-poste ou versement au compte de chèques postaux PARIS 7545. Les clients en compte peuvent, s'ils le désirent, s'acquitter au moyen d'une traite présentée à leur domicile les 5 mars, 5 juin, 5 septembre et 5 décembre, avec majoration, pour frais de recouvrement, de 2 fr. 50 en France, 3 fr. 50 en Afrique du Nord.

Exceptionnellement, et afin de faciliter les débuts des jeunes ingénieurs français les fournitures de 200 francs et au-dessus d'*ouvrages édités par la librairie DUNOD* peuvent être payées à raison de un quart du prix des livres et le montant des frais de port joints à la commande ou contre remboursement, le reliquat en trois paiements trimestriels égaux.

Etranger et Colonies françaises : Chèque sur Paris, ou mandat-poste pour les pays faisant partie de l'Union Postale. (Les clients résidant dans les pays suivants : Allemagne, Belgique, Danemark, Grand-Duché de Luxembourg, Pays-Bas, Pologne, Suède et Suisse peuvent effectuer leurs règlements par versements au compte de chèques postaux PARIS 7545).

RENSEIGNEMENTS DIVERS

Indépendamment des livres indiqués dans son catalogue, la librairie DUNOD fournit tous les ouvrages français et étrangers.

La fourniture d'ouvrages étrangers, de spécimens, livraisons et collections de revues françaises et étrangères, ainsi que de renseignements sur les mêmes catégories de publications fait l'objet de conditions spéciales figurant dans chaque livraison de la *Bibliographie des Sciences et de l'Industrie* ou qui sont communiquées sur demande.

La *Bibliographie des Sciences et de l'Industrie*, qui donne 8 fois par an les titres de tous les livres techniques récemment parus en France et des principaux ouvrages de même nature publiés à l'étranger, ainsi que les sommaires des revues scientifiques françaises les plus réputées — prix d'abonnement 10 fr. pour la France et ses colonies, 20 fr. pour l'étranger — est servie gratuitement aux clients de la librairie DUNOD qui en font la demande.

Les fascicules du catalogue général énumérés dans l'extrait qui précède et qui donnent, par spécialité, les sommaires des ouvrages publiés par la librairie DUNOD sont envoyés franco sur demande.



PARIS, 84, rue Oberkampf

CHAINES GALLE et
VAUCANSON

en
tous genres

A NE MON GALLE

Société Anonyme au Capital de 2.250.000 francs

Chaîne Galle

Chaîne Vaucanson.

R. BENOIT
Administrat^r délégué

ROUES POUR CHAINES

Catalogue franco sur demande




**THERMOMÈTRES
INDUSTRIELS**

APPAREILS DE LABORATOIRES
VERRERIE INDUSTRIELLE

ETABLISSEMENTS FORAY
ET VERRERIE DE ST FONTS

8, 10, Rue Anatole France
ST FONTS (Rhône)

Demandez le catalogue illustré

IRIS - LILLIAD - Université Lille



**USINES
GALLAND**
FONDEES EN 1820
CHALON-SUR-SAONE

SOCIETE GENERALE DE MINES ET METALLURGIE
AU CAPITAL DE 40.000.000 DE FR.
SIEGE SOCIAL : PARIS, 77 RUE DE PRONY.

**MATERIELS ET TRAVAUX DE
MINES**
TOUTES MACHINES et APPAREILS
POUR LE FOND ET LE JOUR

**PREPARATION MECANIQUE
DES MINERAIS ET METAUX**
Broyage, Concassage, Criblage, Séchage
LAVERIES — FLOTTATION

TRAITEMENT DES CHARBONS
Presses à boulets et briquettes

**MANUTENTION MECANIQUE
DES PRODUITS MINIERES**
DRAGUES — EXCAVATEURS



TRAVERSES CHEMIN DE FER

Injectées, entaillées et percées

SOCIÉTÉ ANONYME DES

Etabl^{ts} ARMAND BEAUMARTIN

Capital : 4.000.000 de frs

BORDEAUX — 33, RUE DE SAINT-GENÈS

TÉLÉPHONE 74.28

Adresse télégr. : ARMAND BEAUMARTIN-BORDEAUX

POTEAUX EN BOIS

Pour transport de FORCE, LUMIÈRE ÉLECTRIQUE, etc.

POTEAUX pour MINES et HOUILLÈRES

Pavés, Bois de CONSTRUCTION

Pieux, Planches, Piquets, etc.

20 CHANTIERS D'INJECTION

IRIS - LILLIAD - Université Lille

