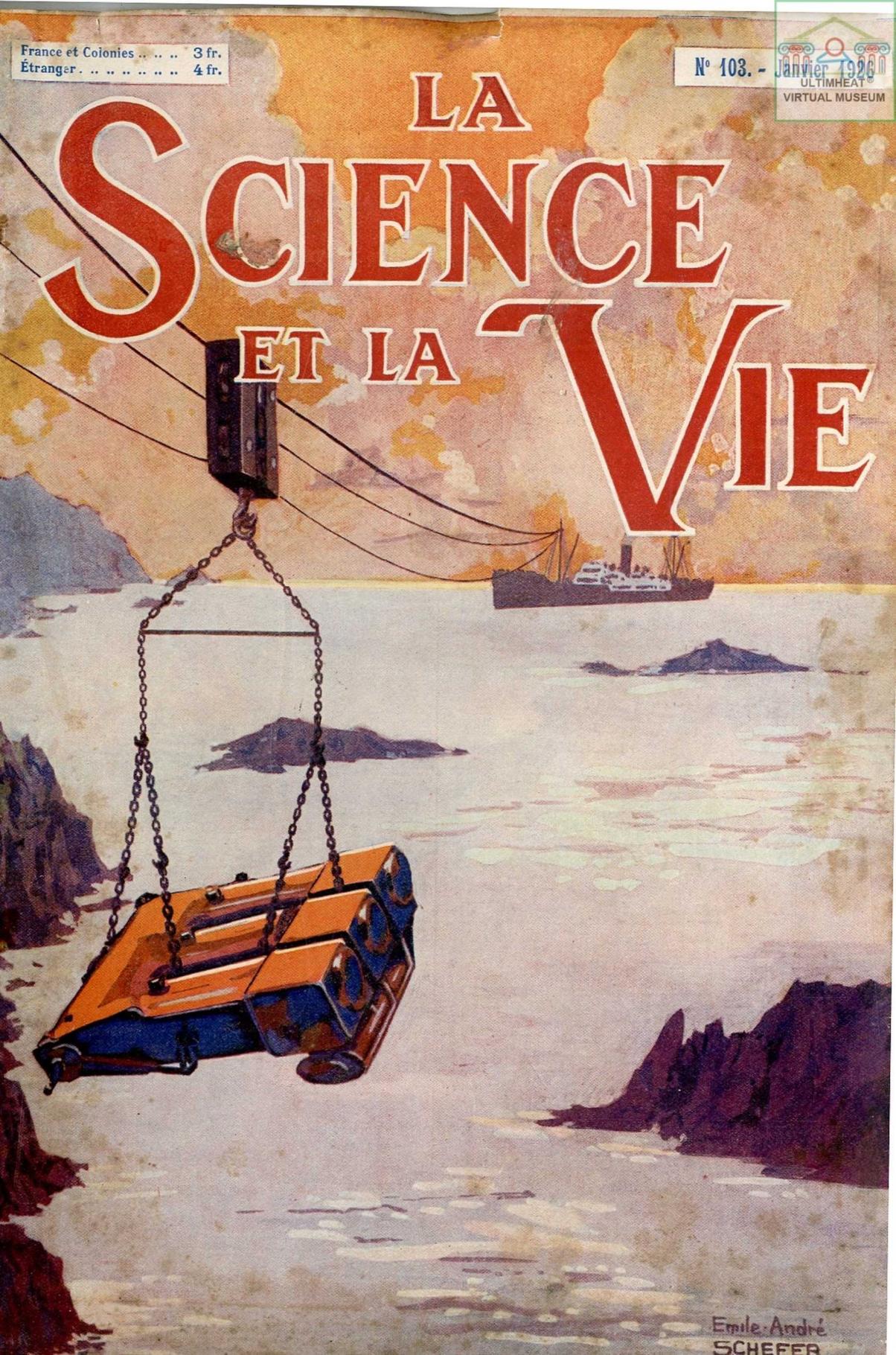


France et Colonies 3 fr.
Etranger 4 fr.

N° 103. -



LA SCIENCE ET LA VIE



Emile André
SCHEFFER

LES MÉTHODES MODERNES D'EXPLOITATION D'UNE MINE DE HOUILLE



Par Jean CANIVEZ

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

LA France consomme en charbons et lignites environ une fois et demie ce qu'elle produit ; elle importe d'Angleterre, d'Allemagne, de Belgique ce qui ne peut être extrait de son sol, soit, actuellement, une vingtaine de millions de tonnes. Près de 2 milliards de francs sont ainsi payés à l'étranger chaque année ; augmenter la production est donc d'un intérêt évident.

D'autre part, la rareté de la main-d'œuvre française spécialisée dans les travaux souterrains, la concurrence des pays voisins, dont les gisements sont plus riches et plus réguliers que les nôtres, commandent la recherche active d'un meilleur rendement.

Enfin, la modicité de nos ressources veut que tous les combustibles extraits soient préparés en vue d'une utilisation aussi

avantageuse et aussi complète que possible, qu'ils soient vendus au commerce ou à l'industrie, ou brûlés par la mine elle-même.

Nous allons examiner rapidement les progrès réalisés dans ces différentes voies depuis la guerre. Nous rappellerons d'abord l'importance et le caractère des gisements français, ainsi que les dispositions habituelles de nos mines, qui, en général, sont peu connues.

Nos ressources en charbon

Les réserves houillères de la France peuvent être évaluées à 17 milliards de tonnes ; celles de l'Allemagne et de l'Angleterre, respectivement à 410 et 190 milliards.

Nos bassins houillers sont, pour la plupart, peu étendus, peu puissants, irréguliers ; alors qu'ailleurs les galeries peuvent être

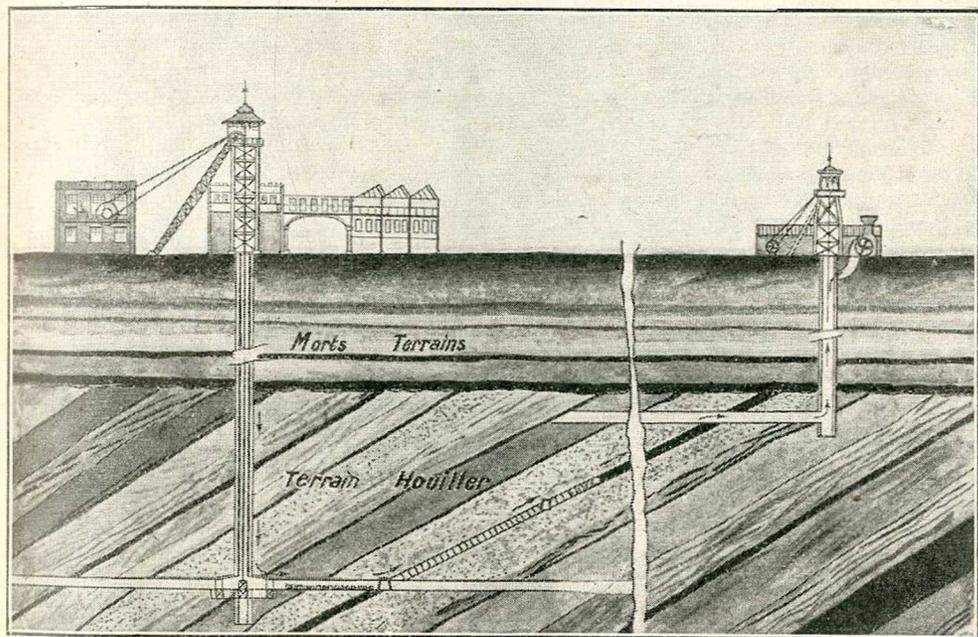


FIG. 1. — SCHÉMA D'EXPLOITATION D'UNE MINE DE HOUILLE

Chaque exploitation comporte au moins deux puits, pour l'extraction et pour l'aérage ; les galeries horizontales ou inclinées, sont creusées à travers bancs dans les couches.

de grande section et creusées souvent tout entières dans le massif de charbon, elles sont plus petites chez nous, parce qu'il est nécessaire, pour les obtenir, d'entamer les bancs stériles entre lesquels est compris le charbon. Les appareils à grand rendement ne trouvent pas d'emploi à cause de leur encombrement, de leur débit ; il faut utiliser des outils moins encombrants, moins lourds, faciles à déplacer, et il arrive encore assez fréquemment que la fragilité des toits des couches ne le permette pas.

Dans ces conditions, la main-d'œuvre joue, dans les mines françaises, un rôle très important ; le rendement par ouvrier du fond y est, en moyenne, inférieur à 800 kilogrammes, alors qu'il est de 1.200 kilogrammes en Angleterre et de plus de 4.000 kilogrammes aux États-Unis. Malgré ces conditions défavorables, l'extraction des houillères françaises n'a jamais cessé de croître. Au mois de mai 1925, elle a été, dans les anciennes frontières, de 14.758 tonnes par jour, soit 5.611 tonnes de plus qu'en 1913 ; les houillères de Lorraine ont fourni journalièrement, à la même époque, 17.672 tonnes, soit au total 159.530 tonnes. A ce taux, la production française a été, l'année dernière, de 45 millions de tonnes environ ; elle a été, en 1913, de 41 millions.

Procédés ordinaires d'exploitation

Dans le cas le plus répandu, il faut, pour atteindre le gisement, creuser un puits, dont la profondeur moyenne est, en France, de 300 à 400 mètres, mais qui peut y atteindre jusqu'à 1.000 mètres (mines de Ronchamp). Dans les mines françaises, le règlement interdit d'utiliser un puits, séparé en deux parties par une cloison, à la fois comme

entrée et comme sortie d'air ; il faut, pour chaque exploitation, au moins deux puits, dont, ordinairement, l'un sert pour l'entrée d'air et l'extraction, l'autre pour la sortie d'air ; un pareil siège peut fournir 400.000 tonnes par an. Les deux puits peuvent servir à l'extraction, ou bien encore un siège peut être composé de deux puits d'entrée servant à l'extraction et d'un puits de sortie. Dans ce dernier cas, un million de tonnes peut être ramené

annuellement à la surface.

A partir de la base du puits d'extraction, on trace des voies horizontales ou inclinées, qui recoupent les couches de charbon, et, dans celles-ci, d'autres galeries qui, comme les premières, servent au transport du charbon abattu dans les chantiers, le cas échéant à celui du remblai destiné à combler les vides creusés et, toujours, à la circulation du personnel et de l'air (fig. 1).

Les travaux souterrains fournissent de l'eau ; les galeries doivent l'évacuer, depuis les points où elle sourd jusqu'au puits, où elle est remontée à la surface.

Les conditions du travail

La descente des ouvriers dans la mine a lieu ordinairement par les cages qui servent à l'extraction des produits ; presque partout, maintenant, le personnel peut se tenir debout dans les différents étages de la cage. Autrefois, certains d'entre eux étaient faits uniquement pour le passage des berlines, et les ouvriers s'y tenaient accroupis.

Afin d'augmenter le temps de présence au chantier, on a cherché à diminuer la durée de la descente et de la remonte et la durée des parcours au fond. La circulation du personnel dans le puits se fait à une vitesse limitée à 10 mètres par seconde. Avec les cages à plusieurs étages, on peut gagner

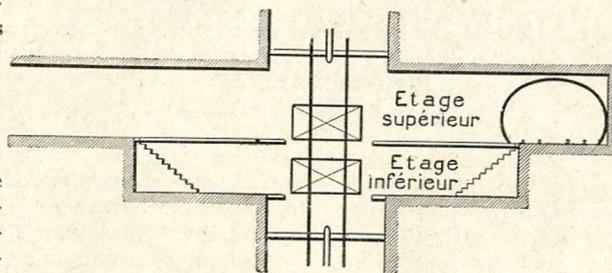


FIG. 2. — RECETTE INFÉRIEURE A DEUX ÉTAGES POUR LA CIRCULATION DU PERSONNEL

Cet aménagement est tout spécialement utilisé pour accélérer la descente des ouvriers.

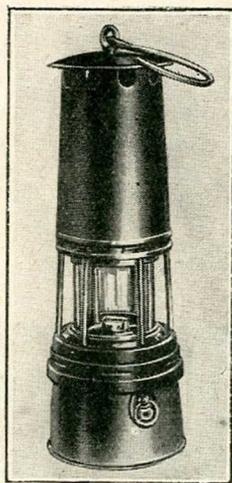


FIG. 3. — LAMPE DE MINE A ESSENCE

Un ou plusieurs tamis métalliques interdisent la propagation de la flamme à l'extérieur de la lampe.

un peu de temps, si l'encagement et le déca-gement du personnel se font en même temps aux divers étages ; les différentes recettes des puits de circulation (fig. 2) ont alors autant d'étages que les cages.

Pour diminuer la durée des parcours, on peut équiper, pour la circulation du personnel, les puits de retour d'air éloignés des puits d'extraction et y faire descendre les ouvriers des chantiers avoisinant ces puits, ou transporter les ouvriers par les locomotives servant à remorquer les

produits. L'emploi de ces divers moyens permet, dans certains cas, de gagner une demi-heure de travail par poste et par ouvrier.

Aéragé et éclairage

L'aéragé des mines est assuré par de puissants ventilateurs aspirants placés sur le puits de retour. Par ouvrier occupé, il entre actuellement dans la mine jusqu'à 100 et même 150 litres d'air par seconde ; on calcule que les ventilateurs y font circuler un poids d'air compris entre six et dix fois le

poids du charbon extrait. Ce résultat a été obtenu par l'augmentation de la section des galeries, par leur bétonnage, qui réduit la résistance au courant d'air, et aussi par l'augmentation de la puissance des ventilateurs,

pour la plupart centrifuges ou hélico-centrifuges. On peut dire que les mineurs ne souffrent plus que dans des cas extrêmement rares du manque d'air et de la chaleur étouffante des chantiers humides et chauds.

L'ouvrier mineur s'éclaire à l'aide d'une lampe individuelle portable. Il n'y a plus de lampes à feu nu ; on emploie des lampes protégées ou de sûreté, à flamme (fig. 3) ou électriques (fig. 4). Le nombre de ces dernières va croissant. En 1913, il y avait en France, Sarre comprise, 5.333 lampes électriques, soit 1,8 % du total environ ; les chiffres correspondants étaient, au 1^{er} janvier 1924, 58.000 lampes et 16,5 % ; au 1^{er} janvier 1925 78.000 lampes et 22,3 %.

La lampe électrique, capable de fournir un éclairage de une bougie pendant dix heures, pèse de 2 kg. 300 à 3 kilogrammes ; elle se compose de deux parties, réunies, dans les modèles français, par une vis. La partie inférieure contient un accumulateur ou deux éléments réunis en ten-

sion ; la partie supérieure porte l'ampoule entourée d'un verre protecteur et le commutateur. La prise de courant se fait par des contacts fixés aux bornes de l'accumulateur ; la rupture, par une légère rota-

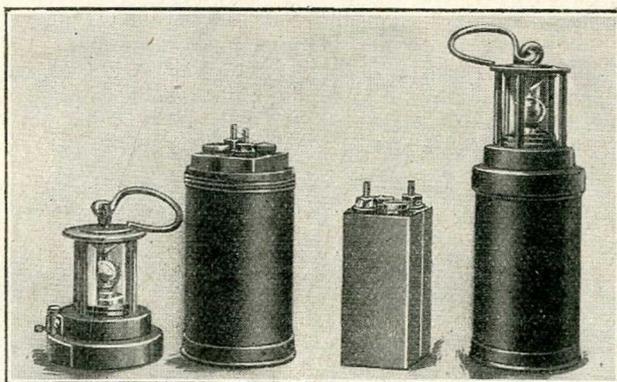


FIG. 4. — LAMPE ÉLECTRIQUE DE MINE

La source de lumière est complètement isolée de l'atmosphère ambiante, ce qui donne une certaine sécurité.

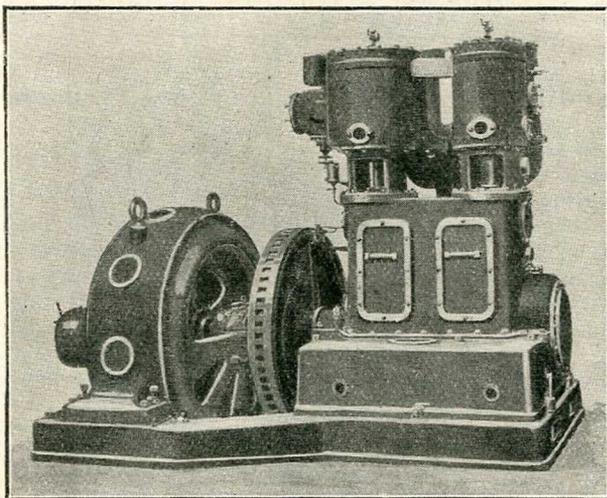


FIG. 5. — TYPE DE COMPRESSEUR VERTICAL

Cette machine aspire par minute 55 mètres cubes d'air à la pression atmosphérique qu'elle comprime à 7 kilogrammes.

tion relative des deux parties de la lampe.

Les accumulateurs sont acides avec électrodes au plomb plongeant dans un électrolyte liquide ou immobilisé par un gel de silice, ou alcalins avec électrodes fer-nickel et cadmium plongeant dans une solution de potasse. L'ampoule renferme un filament de tungstène, dont la résistance est telle qu'il y passe un courant d'un ampère sous une tension de 2 volts.

Contrairement à ce qui se passe dans les

On a cherché à utiliser, en particulier, la diminution du volume du mélange grisouteux après combustion, ou la différence de résistance électrique de deux fils de platine portés au rouge par le même courant et placés l'un dans l'air pur, l'autre dans le mélange grisouteux.

Dans ces conditions, on conserve dans les mines où sont employées les lampes électriques, un certain nombre de lampes à flamme, chargées de renseigner le person-

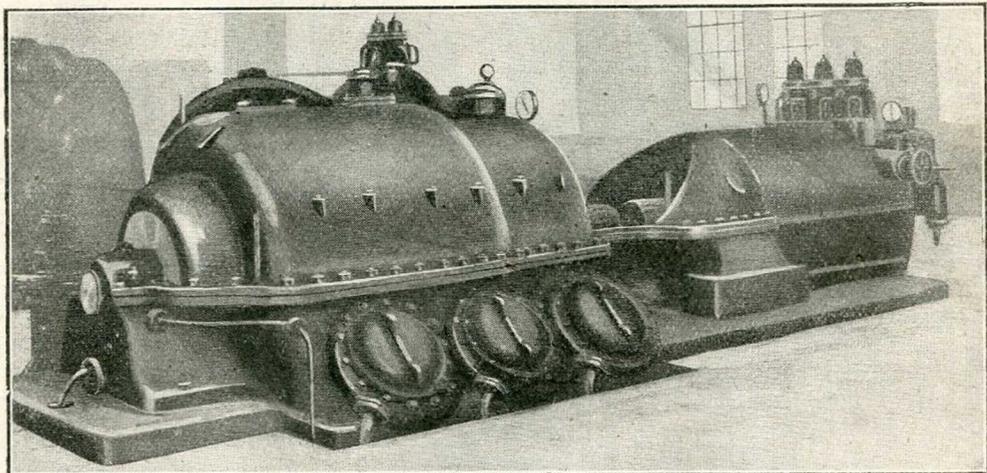


FIG. 6. — TURBO-COMPRESSEUR CONVENANT PARTICULIÈREMENT POUR LES GRANDES PUISSANCES AU DELÀ DE 200 MÈTRES CUBES PAR MINUTE

lampes à flamme, la source de lumière est isolée de l'atmosphère ambiante. L'inflammation directe du grisou n'est donc pas possible ; seul, un accident brisant le verre protecteur et l'ampoule, en laissant intact le filament de tungstène, peut l'amener. Les étincelles de court-circuit se produisent dans un espace étanche, clos par une fermeture de sûreté.

La lampe électrique a un pouvoir éclairant plus grand que la lampe à flamme, elle coûte par poste nettement moins ; elle peut être placée dans n'importe quelle position nécessitée par le besoin d'éclairer un point particulier du chantier. Celle dont l'électrolyte est immobilisé et l'accumulateur bloqué, se démonte, pour l'entretien et la vérification seulement, en deux parties.

Elle a toutefois une infériorité : elle ne permet pas pratiquement de reconnaître le grisou. Malgré les recherches qui ont été faites depuis vingt ans, on n'a pas, jusqu'ici, réalisé un appareil simple et robuste indiquant clairement la teneur en grisou à partir de laquelle il faut évacuer le chantier.

nel ouvrier sur l'atmosphère des chantiers.

Le développement de l'outillage

Depuis l'armistice, un effort considérable a été fait pour adapter l'outillage mécanique aux gisements français. La plupart des machines employées dans les travaux souterrains sont jusqu'ici, pour des raisons de sécurité, mues par l'air comprimé. La production possible d'échauffements ou d'étincelles susceptibles de produire des incendies ou d'enflammer le grisou, y a rendu assez rares les cas d'emploi de l'électricité, même dans les mines classées non grisouteuses. On y rencontre, toutefois, un certain nombre de treuils électriques (30 dans le Pas-de-Calais, contre 1.962 treuils à air comprimé), et des locomotives à accumulateurs sont en cours d'essai. Ajoutons que le règlement proscrit complètement l'emploi de machines électriques quelconques dans les travaux des mines grisouteuses.

Pour permettre le développement de l'outillage, la Commission technique du Groupement des Houillères victimes de l'inva-

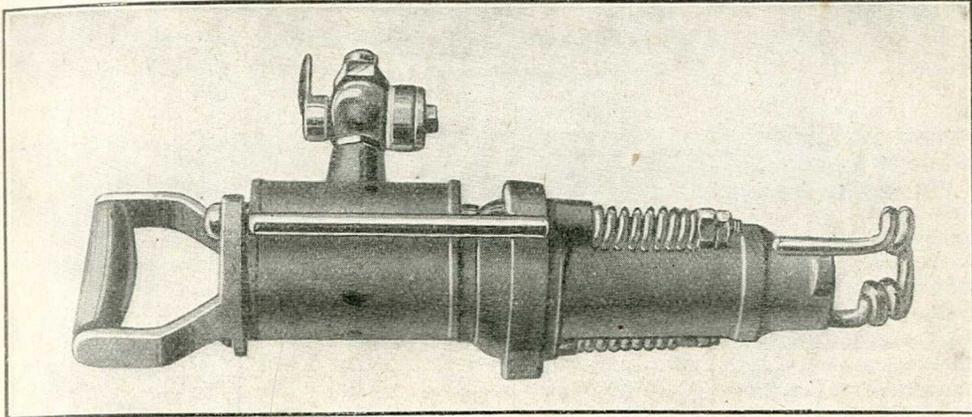


FIG. 7. — MARTEAU PERFORATEUR FONCTIONNANT PAR L'AIR COMPRIMÉ
Un piston frappe sur un outil perforant animé d'un mouvement de rotation assez rapide.

sion, chargée d'étudier la reconstitution des mines sinistrées, fit porter de 80 à 150 mètres cubes la quantité d'air aspiré par minute prévue pour l'extraction journalière de 1.000 tonnes de charbon ; alors qu'en 1913 la puissance des compresseurs installés dans une fosse de 1.000 tonnes variait de 600 à 800 C. V., elle est maintenant dans le bassin du Nord de 1.200 à 1.600 C. V. ; autrement dit, la puissance installée en air comprimé est voisine de 1 C. V. par ouvrier descendu.

La comparaison de l'outillage de la Société des Mines de Lens, en 1913 et en 1925, permet de préciser l'effort fait dans cette voie par les exploitants français ; les chiffres de 1913 correspondent environ à une production de 4.500.000 tonnes, ceux de 1925 à 3 millions seulement (voir page suivante le tableau comparatif de 1913 à 1925).

Ces appareils travaillent généralement dans les chantiers ou à leur voisi-

nage immédiat ; il s'ensuit pour les ouvriers l'avantage intéressant d'un supplément d'air frais provenant des échappements.

Avant-guerre, presque tous les compresseurs à piston étaient horizontaux, à marche lente ; actuellement, on utilise aussi des

compresseurs verticaux plus rapides (fig. 5) et des compresseurs centrifuges. Le type courant des premiers aspire par minute de 50 à 60 mètres cubes d'air à la pression atmosphérique et le comprime à 7 kilogrammes en deux étages ; c'est un compresseur sec, à clapet unique, très léger à l'aspiration et au refoulement, dont les cylindres sont à double enveloppe parcourue par un courant d'eau froide. De plus, l'air passe entre les deux étages de compression dans un réfrigérant à tubes d'eau. La vitesse de cet appareil, relativement grande, — 235 tours par minute, — permet de l'entraîner directement, avec la seule



FIG. 8. — APPAREIL A GUNITER
Avec cet appareil, un fin béton est projeté, sous l'action de l'air comprimé, sur les parois des galeries de mine.

interposition d'un volant, par un moteur de 400 C. V. asynchrone ou synchrone. Dans le premier cas, il est bon de prévoir dans l'atelier de compression un compensateur synchrone tournant à vide, de façon à relever le facteur de puissance du réseau.

On estime ordinairement que les compresseurs à piston doivent être préférés en dessous de 160 mètres cubes aspirés par minute. Au delà de 200 mètres cubes, les compresseurs centrifuges (fig. 6) conviennent mieux. Leur puissance n'a pratiquement pas de limite supérieure ; on a construit, avant la guerre, une unité de 12.000 à 13.000 C. V., aspirant 1.600 mètres cubes par minute et comprimant à 12 atmosphères.

Dans une installation nouvelle, on doit commencer par disposer des compresseurs

mus par turbine à vapeur tournent à 4.000 et 4.200 tours. Il y a intérêt à remplacer l'accouplement direct à un moteur à 3.000 tours par une multiplication par engrenages permettant d'atteindre 4.000 tours.

Des expériences récentes permettent même de penser que la vitesse des turbo-compresseurs pourra être portée dans l'avenir, par ce procédé, jusqu'à 8.000 tours.

Parmi les compresseurs centrifuges en service en France, on peut citer les turbo-compresseurs de

	1913	1925
Treuil	416	512
Pompes	162	244
Ventilateurs	145	360
Perforatrices et sondeuses	200	0
Marteaux perforateurs	250	752
Marteaux piqueurs	694	3.632
Couloirs oscillants	71	71

3.000 C. V., aspirant 400 à 460 mètres cubes d'air par minute, en service dans les mines de la Sarre et de la Moselle, et les compresseurs électriques de 1.000 C. V., aspirant 120 à 150 mètres cubes par minute, fonctionnant dans les Houillères du Nord et du Pas-de-Calais.

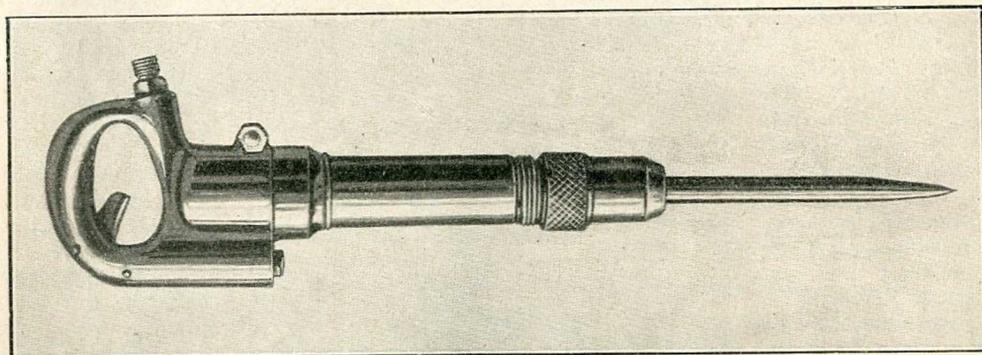


FIG. 9. — MARTEAU PIQUEUR ACTIONNÉ, COMME LE MARTEAU PERFORATEUR, PAR UN PISTON QUI FRAPPE SUR UN OUTIL EN FORME DE PIC

à piston et des centrifuges lorsque la mine est suffisamment développée, car, si la régulation de ces derniers appareils est possible dans certaines limites, elle est coûteuse. Une solution consiste à assurer les besoins de la mine par un compresseur centrifuge marchant constamment à pleine charge, les pointes étant assurées par un compresseur à piston qui fournit également l'air comprimé nécessaire pendant les jours de chômage.

Les appareils centrifuges peuvent être commandés par turbine à vapeur ou moteur électrique. La vitesse maximum d'un moteur électrique est de 3.000 tours pour la fréquence 50, tandis que les compresseurs

Les puits et les galeries

Le creusement des puits et galeries s'effectue à l'aide d'explosifs ; la main-d'œuvre est employée au creusement des trous de mine et au chargement des terres. Autrefois, les trous étaient faits à la main, comme on le voit encore dans certaines carrières. Actuellement, le marteau perforateur, mû par l'air comprimé (fig. 7), frappe des coups multiples sur un foret, auquel il communique en même temps un mouvement de rotation, et l'enfonce dans le terrain ; un trou horizontal de un mètre environ demande cinq à dix minutes suivant la dureté

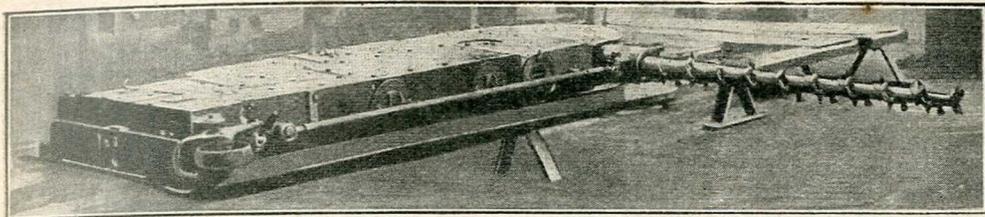


FIG. 10. — HAVEUSE ÉLECTRIQUE : LA BARRE DE CETTE MACHINE SÉPARE LA COUCHE DE CHARBON D'UNE DES ROCHES ENCAISSANTES ET EN FACILITE L'ABATAGE

du terrain. L'avancement total du chantier est augmenté d'environ 50 %; comme ces outils sont, de plus, relativement maniables, — leur poids est de 15 kilogrammes environ — ils se sont développés considérablement. Le tableau de la page 34 montre que la Société des Mines de Lens, qui avait, en 1914, 250 marteaux perforateurs, en emploie actuellement trois fois autant.

Le chargement des terres se fait presque toujours à la main; l'utilisation de pelleuses, reproduisant mécaniquement les opérations effectuées par le chargeur, a été proposée et divers types de machines construits. Une difficulté est l'encombrement limité acceptable pour des machines appelées à circuler dans des galeries de faible section; elle a été résolue. Ces appareils ont un grand débit, équivalent au travail de vingt-cinq ouvriers environ. Malheureusement, il y a, dans les mines françaises, peu de cas où leur emploi soit indiqué. Le creusement des voies de dimensions restreintes ne donne pas suffisamment de déblais; si une pelleuse était employée au chargement, elle aurait chargé en peu de temps les terres provenant d'un ou plusieurs coups de mine et, pour ne pas la laisser inactive pour le temps du creusement et du sautage des mines, il faudrait la transporter dans un autre chantier; ses périodes de travail

alterneraient avec des déplacements longs et pénibles, sujets à de nombreux incidents.

Dans beaucoup de cas, les galeries principales des mines sont bétonnées et non boisées; on obtient ainsi des voies faciles à entretenir et à nettoyer, offrant au passage du courant d'air une résistance diminuée. Mais la sujétion du coffrage, placé et déplacé au prix d'une main-d'œuvre importante, grève considérablement le prix de revient

de ce mode de soutènement. Aussi a-t-on recherché un appareil qui permette de revêtir mécaniquement les parois des galeries d'une couche de fin béton; c'est le *cementgun*.

En principe, le mélange sec de sable, de gravier et de ciment, dans les proportions voulues, est introduit dans les machines et poussé par l'air comprimé dans un tube flexible

jusqu'au point d'application. A l'extrémité de ce tuyau est placée une tuyère perforée de trous, permettant à l'eau sous pression d'hydrater complètement le sable et le ciment, de façon à en former un mortier; celui-ci, entraîné par le courant d'air comprimé, est projeté sur la surface à recouvrir (fig. 8). Les galeries *gunitées* ne sont pas aussi uniformes que les bétonnées, mais leur tenue paraît devoir être bonne. Des essais ont été effectués avec plein succès aux mines de Lens; les premières opérations datent actuellement d'environ dix-huit mois, et la

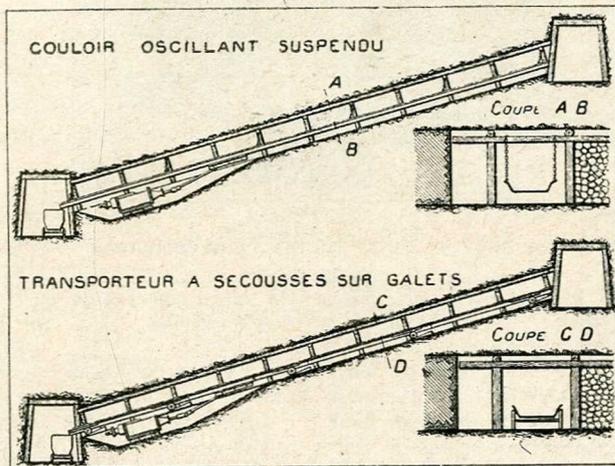


FIG. 11. — COULOIR OSCILLANT MU PAR L'AIR COMPRIMÉ
Ce couloir sert à transporter le charbon dans les chantiers par secousses successives.

longueur des galeries *gunitées* est de quelques kilomètres. Ces revêtements se sont montrés solides et n'ont dû être réparés que dans les terrains particulièrement mauvais.

Abatage du charbon

Dans les chantiers, l'abatage du charbon se fait, soit au pic, soit à l'aide de marteaux à air comprimé, soit à l'aide de *haveuses*.

Le marteau à air comprimé peut être un marteau perforateur exécutant des trous de mine ; l'abatage proprement dit est alors fait à l'explosif ; les mines de Marles ont abattu ainsi, en 1924, 69 % de leur production. Dans d'autres cas, on emploie le marteau piqueur, construit comme le perforateur, mais dont l'outil est une aiguille qui agit pour détacher les blocs de charbon à la façon d'un coin (fig. 9). En 1914, les mines du Pas-de-Calais avaient, au total, 1.392 marteaux en service. Depuis la guerre, l'emploi s'en est encore étendu ; les chiffres correspondants sont : pour 1922, 2.870 ; pour 1923, 5.967 ; pour 1924, 10.115. A Dourges, la production presque entière est abattue au marteau piqueur ; Lens et Béthune obtiennent ainsi, respectivement, 55 et 50 % de leur tonnage. L'augmentation moyenne de rendement est de 25 % ; elle a atteint 100 % dans des gisements très favorables. Mais le charbon abattu contient davantage de menu s'il n'est pas dur et il est plus facilement sali par les pierres, si la veine exploitée contient des nerfs stériles.

Malgré des essais nombreux et suivis, l'emploi des *haveuses* n'est pas très répandu en France ; dans le Nord, la raison s'en trouve dans l'adaptation remarquable du marteau piqueur à l'abatage du charbon moyennement dur des veines minces, à toit souvent friable. Pourtant, au siège Sainte-Fontaine, de la Société de Sarre et Moselle, 75 % du charbon est abattu à l'aide de 300 *haveuses* à percussion.

La *haveuse* à barre est un outil de grand rendement qui doit travailler sur de grandes

longueurs, au moins 50 mètres, et un minimum de régularité est nécessaire dans le gisement. Actuellement, Anzin a en service 8 *haveuses* à barre et Courrières développe ses essais d'appareils de même type, particulièrement peu encombrants. Signalons qu'on est arrivé à construire un outil haut de 0 m. 30, long de 2 mètres, large de 0 m. 65, qui pèse 950 kilogrammes et est mû par un moteur de 30 C. V. (fig. 10).

L'exploitation des couches minces ou moyennes se fait, en grande partie, dans des chantiers de peu d'étendue, où les ouvriers sont au nombre de deux, trois ou quatre. Le front d'abatage est disposé perpendiculairement aux lignes de niveau — tailles chassantes ou rabatantes — ou parallèlement à ces lignes — tailles montantes. On peut, dans les gisements réguliers, aménager des tailles chassantes longues de 50 mètres et plus ; le charbon rejoint alors la voie de base du chantier, si la pente est suffisante, par des couloirs fixes où il glisse ; dans le cas contraire, par des couloirs oscillants, dans lesquels il avance par secousses successives imprimées par un moteur à air comprimé (fig. 11).

Lens, Dourges et Marles possédaient, avant-guerre, respectivement 71, 12 et 2 installations de couloirs oscillants. En 1924, Bruay en a 119 ; Dourges, 112 ; Marles, 73 ; Lens, incomplètement reconstituée, 71.

L'usage de ces appareils est avantageux dans les gisements de faible inclinaison ; une seule voie est créée pour 50 mètres de chantier, par exemple, au lieu de trois ou quatre. La proportion des piqueurs augmente, celle des ouvriers occupés au creusement des voies et au roulage diminue ; toutefois, une partie de ces derniers doit être utilisée à amener des remblais si, par suite du moindre creusement de voies, on n'en peut pas trouver suffisamment sur place. Les tailles à couloirs oscillants ou à convoyeurs et, d'une façon plus générale, les longues tailles permettent de concentrer la surveillance mais obligent à une organisation stricte du travail, dont le cycle :

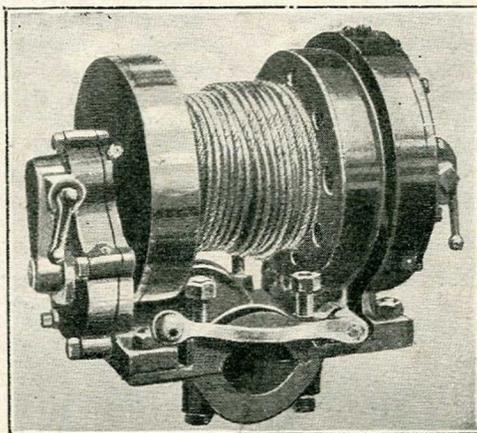


FIG. 12. — PETIT TREUIL A AIR COMPRIMÉ
Cet appareil occupe un volume de 0 m³ 112 et peut lever verticalement 450 kilogrammes à la vitesse de 25 mètres par minute.

abatage et chargement, déplacement du couloir, remblayage, doit s'accomplir régulièrement. La disposition du front de taille ne peut être occasionnellement modifiée pour profiter des facilités d'abatage qui se présentent et le travail en équipe nombreuse diminue la responsabilité particulière de chaque ouvrier. Les couloirs oscillants peuvent être remplacés par des convoyeurs à toile, également mus par l'air comprimé ; ces appareils sont surtout employés dans certaines mines du midi de la France.

Les tailles montantes sont desservies par des couloirs fixes placés suivant la ligne de plus grande

penne, si celle-ci est suffisante, ou par plan incliné et treuil à air comprimé si elle est plus faible. On utilise actuellement des treuils de puissance réduite, à cylindres compound ou à turbine (fig. 12). Des dispositions spéciales ont permis d'en diminuer l'en-

combement et le poids. Une machine de 2 C. V. 5, capable de remorquer verticalement une charge de 450 kilogrammes à 25 mètres par minute, occupe un volume de 0 m. 41 x 0 m. 54 x 0 m. 51 et pèse 130 kilogrammes. Ces treuils peuvent être hissés dans les chantiers facilement et y être placés sur cadre ou sur colonne, souvent sans entamer le toit ou le mur de la couche. Dans certains d'entre eux, le mécanisme se trouve entièrement dans un carter étanche et est, par là même, très efficacement protégé.

Transport du charbon

Dans le cas général, les convois de berlines sont trainés dans les grandes galeries et les travers bancs par des chevaux ; un certain nombre de mines emploient des locomotives ; la longueur des convois est doublée ou triplée. On fait des trains de trente à quarante wagonnets, soit de 15 à 20 tonnes utiles ; la vitesse, également doublée ou triplée, est portée à 12 kilomètres environ à l'heure. Les voies sont établies beaucoup plus soigneusement que dans les trainages par chevaux et en rails plus lourds, pesant au

mètre courant 15 à 20 kilogrammes, au lieu de 10 à 12. Au total, une locomotive fait le travail de cinq à sept chevaux et la traction mécanique coûte environ moitié moins que la traction hippomobile.

Indiquons, en passant, pour montrer une fois de plus la différence existant entre les mines françaises et certaines autres, que beaucoup de gisements américains permettent l'emploi, au lieu de nos berlines de 500 à 600 kilogrammes, de véritables wagons de 5 tonnes, chargés directement au chantier, et que les convois y atteignent 50 tonnes utiles.

Les locomotives employées en France sont à air comprimé, électriques ou à essence.

Les locomotives à air comprimé (fig. 13) sont les plus anciennes. Dans le bassin du Nord, elles sont employées en particulier aux mines d'Anzin, Dourges, Liévin, Lens. Une locomotive à air comprimé consomme, par tonne kilomé-

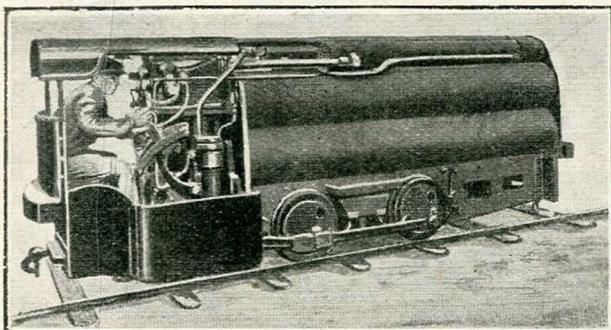


FIG. 13. — LOCOMOTIVE A AIR COMPRIMÉ

Cette machine, de 25 C. V., traîne 20 tonnes utiles à la vitesse de 12 kilomètres à l'heure.

trique utile, 2 à 3 mètres cubes d'air aspiré à la pression atmosphérique. Ses réservoirs d'air comprimé ne peuvent guère avoir une capacité totale de plus d'un mètre cube ; il en résulte que l'air qui l'alimente doit être comprimé à haute pression (100 kg. environ) pour qu'elle puisse emmagasiner l'énergie nécessaire au travail à effectuer — par exemple 20 tonnes utiles sur 1.500 mètres — sans rechargement.

Cette opération a lieu dans des machines à piston à marche lente comportant jusqu'à cinq étages de compression, et dont les plus importants aspirent 50 mètres cubes par minute. Les locomotives sont à double ou triple expansion et à réchauffage intermédiaire. Elles aspirent l'air à des pressions variant de 12 à 25 kilogrammes et développent normalement de 15 à 25 C. V.

Un siège du bassin du Nord qui extrait 800 à 1.000 tonnes par jour utilise, en moyenne, dix locomotives.

Malgré son prix de revient inférieur, l'emploi de la locomotive à trolley diminue, pour des raisons de sécurité. Par contre, deux essais intéressants de locomotives à accumu-

lateurs (fig. 14) se font actuellement en France, aux mines de Lens et aux mines de Blanzky. Les machines donnent satisfaction, mais l'estimation du prix de revient ne pourra être faite tant qu'on n'aura pas sur la durée des batteries des données certaines.

Un avantage de l'emploi des locomotives à accumulateurs est le suivant : les compresseurs fournissant l'air comprimé aux machines doivent tourner au moment même de l'emploi de l'air fourni ; l'énergie qu'ils absorbent contribue à la formation de la pointe qu'on remarque dans les graphiques des centrales de mines. Au contraire, les accumulateurs peuvent être chargés au moment où la consommation est la plus faible et le régime de la centrale se trouve régulé.

Il faut mettre à part les locomotives à benzol, qui sont proscrites pratiquement par les règlements français. Cependant, les Mines Domaniales françaises de la Sarre en emploient, comme le faisait, avant elles, l'ancienne administration prussienne.

Pour augmenter le débit d'un puits, s'il est de diamètre suffisant, on peut le desservir par deux machines actionnant chacune une cage montante et une descendante ; c'est le cas du puits V, de la Société de Sarre et Moselle. En France, c'est un aménagement exceptionnel jusqu'ici. On se contente ordinairement d'un seul appareil d'extraction ; le débit est alors fonction, en dehors du tonnage remonté par cordée, de la durée du trajet dans le puits et de celle des manœuvres d'encagement et de décapement aux recettes. Chez nous, la vitesse moyenne des cages ne dépasse guère 15 mètres par seconde, soit 54 kilomètres à l'heure ; elle reste inférieure à celles qui sont employées en Allemagne. Par contre, la durée des manœuvres y a été réduite de façon remarquable dans certaines installations.

Dans les fosses reconstituées des mines de Lens (fig. 15), l'extraction horaire à réaliser est de 200 tonnes, correspondant à une pro-

duction journalière de 1.200 tonnes en un poste de huit heures, compte tenu de la descente et de la remonte du personnel, du service des terres, du repas au milieu du poste. En fait, on peut atteindre 240 tonnes, ce qui équivaut à soixante voyages d'une cage à deux plateaux de quatre berlines, contenant chacune 500 kilogrammes de charbon. Ce régime correspond à une minute pour le trajet dans le puits et les manœuvres. Il n'y avait pas intérêt, étant donné la profondeur des puits — 200 à 300 mètres — à adop-

ter des grandes vitesses de circulation ; comme les puits se trouvaient être de section extrêmement juste, cela était même contre-indiqué. On devait donc agir sur le temps de manœuvre, ce que l'on fit en adoptant des doubles recettes au fond et au jour, desorte que les berlines entrent ou sor-

tent en même temps des deux étages de la cage.

La figure 17 représente schématiquement la recette du jour. A l'arrivée au jour, la cage est reçue par son chapeau sur des taquets à effacement ; les plateaux chargés se mettent aux niveaux des deux plateaux vides d'une cage auxiliaire, se déplaçant sous l'action de freins à bande et d'un frein hydraulique réglable. Les berlines, retenues par des arrêts à étoile pendant le parcours, sont débloquées automatiquement, un ouvrier libère à chaque étage de la recette les vides à encager retenues également par des arrêts à étoile ; celles-ci prennent la place des berlines pleines qui sortent de la cage en armant à nouveau les arrêts à étoile ; les vides encagées sont ainsi automatiquement retenues. L'ouvrier de l'étage supérieur efface les taquets, donne le signal du départ et la cage descend.

Les quatre berlines pleines de l'étage inférieur s'engagent sur un roulage et sont conduites au triage ; les pleines de l'étage supérieur entrent par gravité dans la cage auxiliaire et y sont bloquées par des arrêts automatiques. En desserrant le frein à bande de la balance, la cage chargée descend sous la charge des berlines et vient reposer sur le

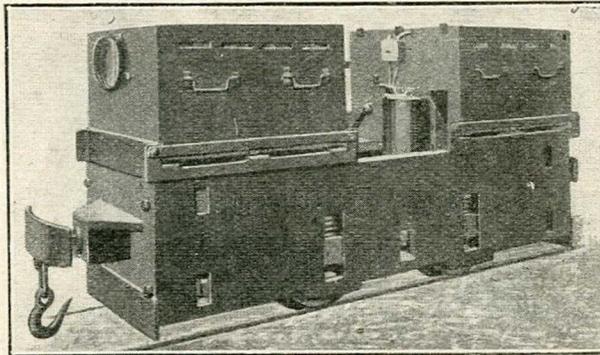


FIG. 14. — LOCOMOTIVE A ACCUMULATEURS
Equippée avec des accumulateurs fer-nickel ou au plomb, cette machine est actuellement en essai.

roulage inférieur sans choc, celui-ci étant annulé par le frein hydraulique réglable ; à ce moment, les arrêts de la cage fonctionnent automatiquement et une déclivité entraîne les berlines vers le triage. La descente de la cage chargée fait monter les cages vides en position d'attente, pour la descente des berlines de la cage d'extraction en ascension.

Une installation basée sur le même principe est réalisée à la recette du fond ; des

qui l'accompagnent et d'en encombrer les foyers industriels ou ménagers. D'autre part, certains emplois requièrent des menus, d'autres des morceaux.

Le charbon brut doit être classé et épierré, lavé dans certains cas. Les deux premières opérations sont connues ; on n'y a pas appliqué, depuis la guerre, de procédé nouveau ; par contre, dans le lavage s'est développé l'emploi d'un appareil intéressant, le *rhéolaveur*.

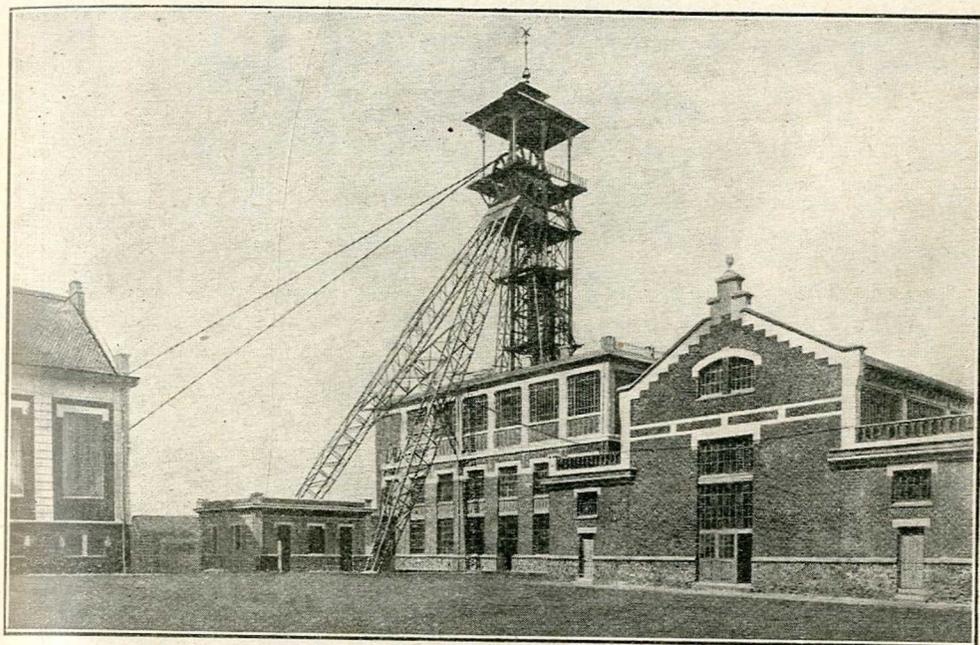


FIG. 15. — VUE DE LA FOSSE II, DE LA SOCIÉTÉ DES MINES DE LENS

Cette fosse, complètement électrifiée, extrait 200 tonnes de houille par heure de travail.

balances hydrauliques placées de chaque côté du puits permettent de disposer aux deux étages de l'accrochage les berlines à encager dans les deux étages de la cage.

Cette organisation permet de faire les manœuvres en dix secondes en moyenne. La durée d'une cordée, égale à cinquante-neuf secondes, se fractionne de la façon suivante :

Accélération.....	17	secondes
Marche de régime.....	15	—
Ralentissement.....	17	—
Manœuvre.....	10	—
Total.....	59	secondes

Triage et lavage du charbon

Le charbon extrait n'est vendu tel qu'il sort de la mine que dans des cas extrêmement rares. Il est inutile de transporter les pierres

Le charbon brut contient du charbon pratiquement pur de densité voisine de 1,3, des parties franchement stériles de densité 2,4 et une quantité plus ou moins grande de produits de densité et de teneur en cendres intermédiaires. Le lavage a pour but de classer, suivant leur densité, les différentes parties du charbon et de les séparer. Dans le lavage par *rhéolaveurs*, le classement se fait à l'aide d'un courant d'eau circulant dans un couloir d'inclinaison et de section variables, où sont disposés des barrages de hauteurs déterminées. La séparation des différentes parties se fait à l'aide de rainures percées dans le fond du couloir et dans lesquelles tombent les parties les plus denses. En même temps, par ces rainures, des courants d'eau ascendants font arriver dans le couloir des volumes d'eau correspondant aux quantités de schistes extraits.

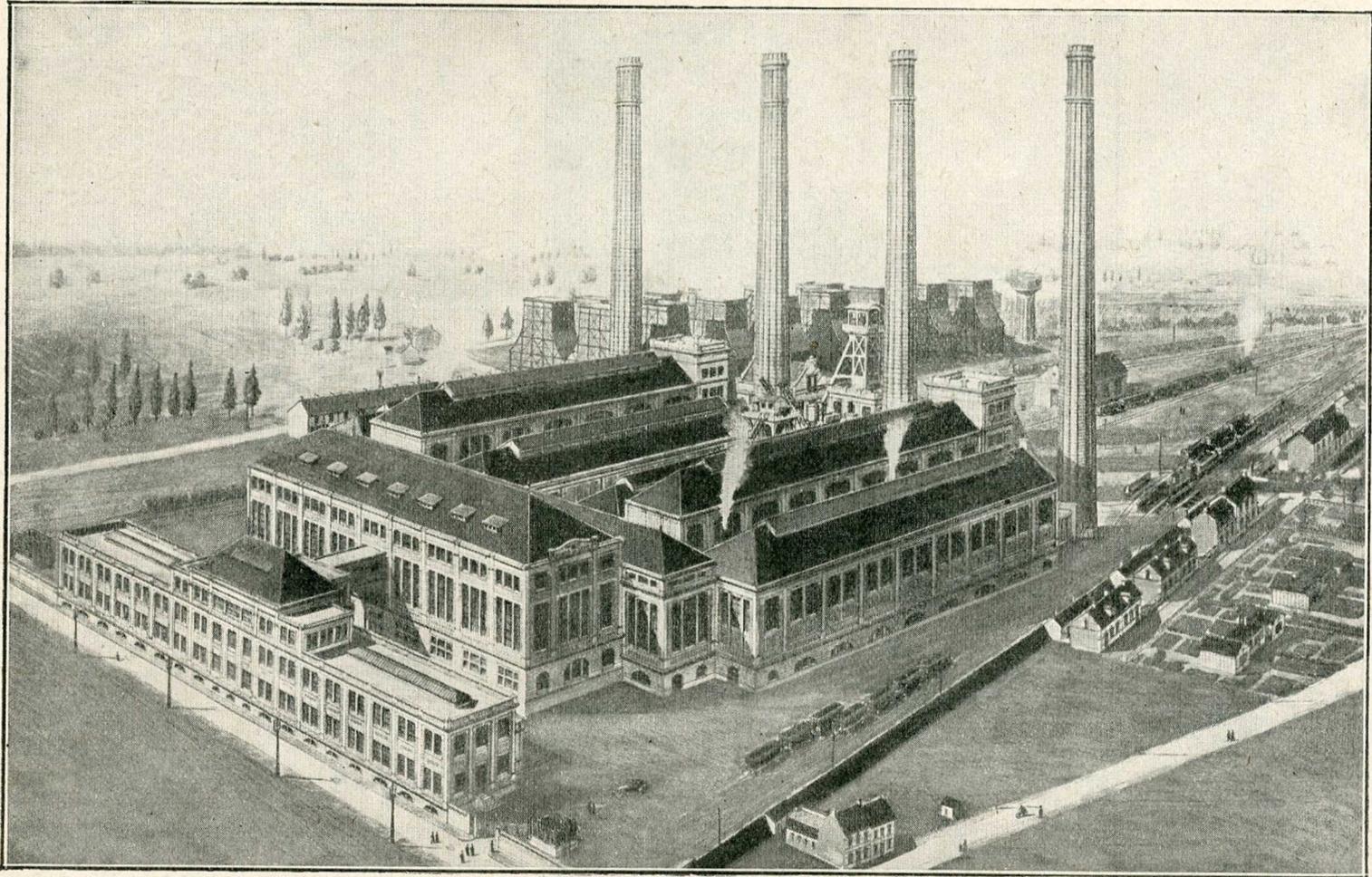


FIG. 16. — LA CENTRALE ÉLECTRIQUE DES MINES DE LENS, DONT LES 26 CHAUDIÈRES ALIMENTENT 6 TURBINES DE 8 A 10.000 KILOWATTS

La combinaison des largeurs de couloirs, des inclinaisons, des barrages et des rainures permet d'obtenir, dans un couloir, le classement souhaité et d'en extraire un charbon presque pur et des produits plus ou moins propres. Ceux-ci sont lavés à nouveau dans un second couloir, qui donne, lui aussi, du charbon et d'autres produits impurs. Ces derniers passent dans un ou deux couloirs supplémentaires et fournissent des produits susceptibles de contenir encore du charbon, réintroduits en tête du circuit et des schistes qui sont évacués. Si le charbon contient des

il doit être cassé et broyé pour être mélangé au charbon, il forme alors des poussières qui attaquent la peau ; visqueux, il fait coller les broyeurs. Or, il est produit à l'état liquide dans les distilleries de goudron ; on a eu l'idée de l'employer dans cet état. Pour cela, il doit être transporté dans des citernes à chauffage intérieur, entreposé dans des récipients chauffés et introduit dans le malaxeur par pression d'air comprimé. On économise ainsi le premier passage après refroidissement à l'usine productrice et le second dans la fosse où il est stocké au lieu

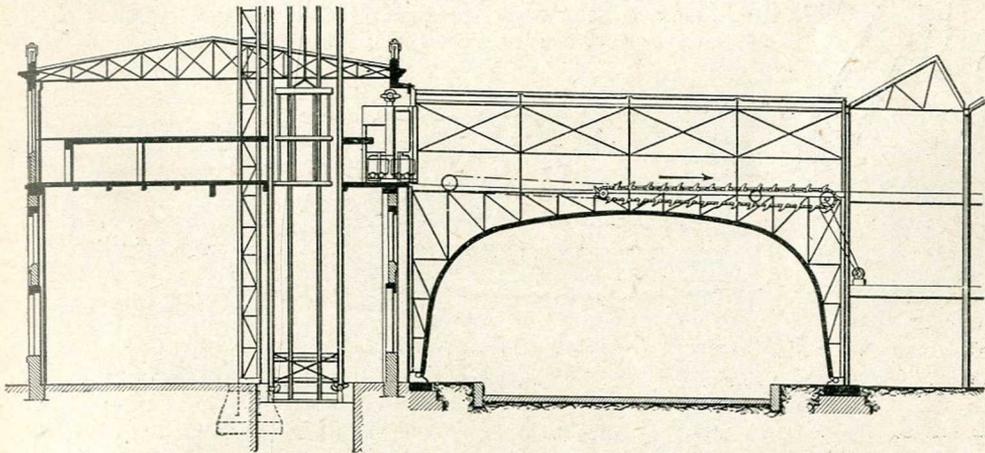


FIG. 17. — RECETTE DU JOUR D'UNE FOSSE, AUX MINES DE LENS

Le décaissement des berlines se fait, sans aucune manœuvre, à l'aide d'une balance auxiliaire.

mixtes, c'est-à-dire des parties où le charbon est mélangé au stérile de façon que leur séparation soit pratiquement impossible, on peut les rejeter avec les schistes ou les évacuer à part en vue d'une utilisation dans des chaudières spécialement aménagées (fig. 18).

Briquettes et boulets

Certaines sortes de charbon sont d'un emploi difficile, par exemple les charbons fins dont la proportion de matières volatiles ne dépasse pas 12 %. Ces produits sont débarrassés de leurs parties stériles par lavage, puis agglomérés au moyen d'un liant pour fournir des briquettes et des boulets. L'agglomération se fait ordinairement par mélange du charbon avec du brai — résidu de la distillation du goudron — dans des malaxeurs chauffés, et la compression dans des appareils mécaniques ou hydrauliques.

Le brai est solide à la température ordinaire, il devient plus ou moins visqueux pendant les fortes chaleurs de l'été. Solide,

d'emploi ; les ouvriers ne sont plus incommodés par les poussières de brai.

On peut aussi granuler le brai dans l'eau à la sortie de la cornue de distillation, comme on le fait pour le *lai ier* à la sortie du haut fourneau. Le brai, qui a alors l'aspect de charbon fin, peut être très facilement mélangé au charbon sans broyage préalable.

Utilisation des déchets

En même temps qu'elles produisent du charbon marchand, les mines sont quelquefois dans l'obligation d'extraire des produits de qualité inférieure qui l'accompagnent. D'autre part, le lavage laisse en quantité variable des déchets contenant encore une proportion importante de charbon ; ce sont les intermédiaires ou mixtes. Ces deux combustibles ont été, jusqu'en ces dernières années, consommés par la mine en partie ou en totalité, selon le taux de leur production et les besoins intérieurs de la mine. Actuellement, l'intervention de l'électricité,

qui permet de produire l'énergie en un point et de la transporter à longue distance, fait brûler sur place tous ces déchets.

Les machines des diverses industries et celles des mines elles-mêmes peuvent tourner aux vitesses que comporte l'emploi des moteurs électriques. Pour ce qui est, en particulier, des machines de mines, les compresseurs à piston à attaque directe tournent environ à 255 tours ; les turbo-compresseurs et les pompes centrifuges tournent à 3.000

tours ; les ventilateurs entraînés par courroie tournent à 250 tours environ. Dans les

puissance utile de 40.000 kilowatts, dont 25.000 à 30.000 sont nécessaires pour les besoins intérieurs de la société. Elle comprend 14 chaudières à grilles mécaniques de 500 mètres carrés de surface de chauffe et 12 chaudières de 680 mètres carrés, dont 10 à grilles mécaniques et 2 à charbon pulvérisé. Ces chaudières produisent de la vapeur à 16 kilogrammes de pression et 350° de surchauffe. Celle des mines de Courrières a également une puissance de 60.000 kilowatts en 6 turbines ; elle comprend 20 chaudières de 680 mètres carrés, produisant de la vapeur à 18 kilogrammes de pression et 350° de surchauffe. Une telle centrale peut produire par jour de travail

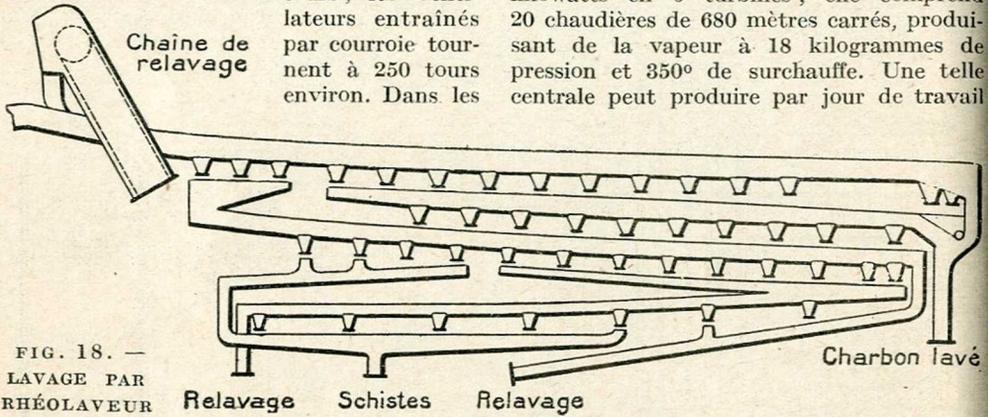


FIG. 18. —
LAVAGE PAR
RHÉOLAVEUR

Ce nouvel appareil est basé sur le classement des produits par ordre de densité dans un courant d'eau.

machines d'extraction dont la vitesse de rotation est relativement faible, l'emploi du système Ward-Léonard permet l'adoption de moteurs normaux pour la production du courant continu, et le prix de revient total du cheval utile dans le puits, intérêt et amortissement compris, est sensiblement le même que dans le cas d'une bonne machine à vapeur. Dans l'industrie minière, la concentration de la production d'énergie présente quelques inconvénients ; il faut, en effet, assurer la sécurité du personnel et, pour cela, n'admettre aucune interruption dans la fourniture d'énergie. Ceci exige une centrale largement calculée et un réseau de distribution fort complexe et coûteux ; en fait, un tiers de la puissance installée est constamment en réserve et tous les câbles de transport de force sont doublés. Mais il y a aussi des avantages : en dehors de l'utilisation rendue possible des combustibles inférieurs, la chaufferie de la centrale exige moins de personnel que les diverses chaufferies des fosses qu'elle a remplacées, et il est plus facile de créer un seul service d'eau que des services multiples nécessités par des chaufferies locales distribuées dans une concession.

La centrale des mines de Lens (fig. 16) comporte 60.000 kilowatts installés pour une

480.000 kilowatts environ en consommant 720 tonnes de combustible, dont les deux tiers sont des combustibles inférieurs.

Les mineurs

En raison des réductions successives de la durée du travail imposées par voie législative, de 1913 à 1924, le rendement journalier moyen du Pas-de-Calais est descendu, pour le fond, de 1.133 à 763 kilogrammes et, pour l'ensemble fond et jour, de 811 à 565 kilogrammes. Par rapport à l'avant-guerre, le rendement a baissé pour le fond de 25 %, celui de l'ensemble fond et jour de 20 %. L'intérêt qu'il y a à recruter et à stabiliser dans les meilleures conditions une main-d'œuvre nombreuse est donc considérable.

Il y a à cela des difficultés particulières. Le bon mineur doit être discipliné et prudent pour parer aux dangers d'éboulement, d'explosion de grisou ou de poussières, robuste pour employer des outils lourds, adroit pour placer convenablement le boilage protecteur. Il travaille à quelques centaines de mètres sous terre, la privation de la lumière pendant son poste donne à son métier une certaine austérité. L'augmentation de l'effectif des houillères est le résultat de l'immigration : ainsi, les mineurs

étrangers sont dans le Pas-de-Calais au nombre de 45.779 et forment 46 % de la main-d'œuvre du fond.

Là main-d'œuvre de la mine se rassemble là où se rencontre le gisement, en pleine ville ou dans ses alentours immédiats, comme à Saint-Etienne, en pleine campagne comme dans le Nord. Dans ce cas, ouvrir un nouveau siège d'exploitation ne consiste pas

et sont entourées d'un jardin. Si la cité est déjà ancienne, les maisons s'alignent en rues parallèles ou perpendiculaires ; si elle est plus récente, c'est souvent une cité-jardin ; beaucoup ont un square et un terrain de jeux et disposent d'institutions sociales étendues, écoles, où, en dehors de l'instruction primaire, l'enseignement horticole est donné aux garçons et aux filles et l'enseigne-

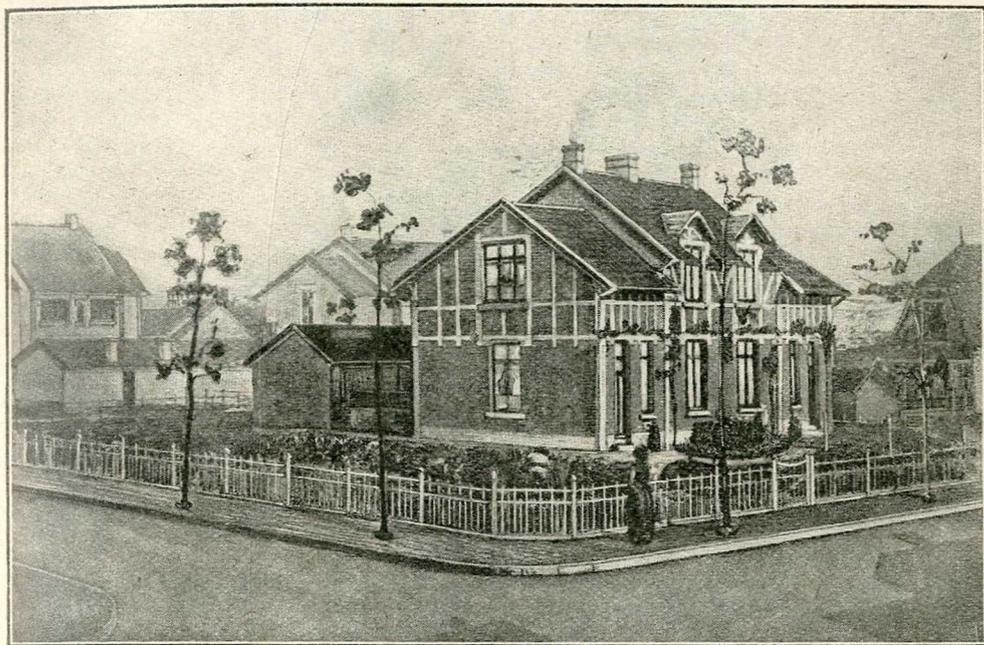


FIG. 19. — QUELQUES TYPES DE MAISONS OUVRIÈRES DES MINES DE LENS

Ces maisons, entourées d'un jardin, sont très confortables; elles comportent quatre, cinq ou six pièces, une cave, un grenier et une buanderie.

simplement à creuser le puits et à le pourvoir de ses moyens d'extraction et de traitement du charbon; il faut construire un groupement d'habitations composant une véritable petite ville, qu'on désigne dans le Pas-de-Calais sous le nom de « cité ». Une fosse équipée pour extraire 1.200 tonnes par jour doit être dotée du nombre de logements nécessaires pour les deux tiers environ de son personnel, soit 1.000 à 1.200 ouvriers, ce qui représente 800 habitations environ. Une telle cité possède une population de 3.500 à 4.000 âmes.

Les maisons ouvrières (fig. 19) disposées, soit sous la forme de logements réunis par deux ou trois dans un pavillon isolé, soit par groupes de six à quinze logements accolés, renferment quatre, cinq ou six pièces, une cave et un grenier. Toutes ont une cour

ment ménager à ces dernières, consultation de nourrissons, dispensaire, salles de fêtes avec cinéma ; les plus importantes ont leur église.

Le mineur est parmi les ouvriers les plus protégés par la loi. Il fait obligatoirement partie d'une Caisse de secours et de la Caisse autonome des ouvriers mineurs, alimentées par les versements égaux des patrons et des ouvriers, et par des subventions de l'État. En cas de maladie, la Caisse de secours lui fournit gratuitement, ainsi qu'à sa famille, les soins médicaux et pharmaceutiques ; à lui-même elle alloue un secours journalier. La Caisse autonome paie aux ouvriers, après trente ans de services et cinquante-cinq ans d'âge, une pension, dont le montant est actuellement de 2.500 francs ; la pension est de 1.250 francs pour leurs veuves âgées de cinquante-cinq ans.

J. CANIVEZ.

ÉCOLE SPECIALE DES TRAVAUX PUBLICS DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE

M. Léon EYROLLES, C. ✱, O. I., Ingénieur-Directeur

12, rue Du Sommerard et 3, rue Thénard
PARIS (V^e)

Polygone et Ecole d'Application
ARCUEIL-CACHAN, près Paris

1^o ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

RECONNUE PAR L'ÉTAT, AVEC DIPLOMES OFFICIELS D'INGÉNIEURS

1.000 élèves par an - 106 professeurs

QUATRE SPÉCIALITÉS DISTINCTES :

- | | |
|---|---|
| 1 ^o École supérieure
des Travaux publics
Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics | 3 ^o École supérieure de Mécanique
et d'Électricité
Diplôme d'Ingénieur Electricien |
| 2 ^o École supérieure du Bâtiment
Diplôme d'Ingénieur Architecte | 4 ^o École supérieure de Topographie
Diplôme d'Ingénieur Géomètre |

SECTION ADMINISTRATIVE :

Pour la préparation aux grandes administrations techniques
(Ingénieurs des Travaux publics de l'État, de la Ville de Paris, etc...)

2^o L' "ÉCOLE CHEZ SOI" (ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE)

25.000 élèves par an - 213 professeurs spécialistes

L'École des Travaux Publics a créé en 1891, il y a trente-quatre ans, sous le nom d'ÉCOLE CHEZ SOI, l'Enseignement par Correspondance pour ingénieurs et techniciens, qui est donné au moyen de Cours imprimés ayant une réputation mondiale et représentant, à eux seuls, le prix de l'enseignement.

La méthode d'Enseignement par Correspondance, l'ÉCOLE CHEZ SOI, n'a, d'ailleurs, pas d'analogue dans aucun pays et les diplômes d'Ingénieurs délivrés, bien que non officiels, ont la même valeur que ceux obtenus par l'ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE, sur laquelle elle s'appuie et qu'elle est seule à posséder.

DIPLOMES ET SITUATIONS AUXQUELS CONDUIT L'ENSEIGNEMENT

- 1^o Situations industrielles : Travaux publics - Bâtiment - Electricité - Mécanique - Métallurgie - Mines - Topographie.
2^o Situations administratives : Ponts et Chaussées et Mines - Postes et Télégraphes - Services vicinaux - Services municipaux - Génie rural - Inspection du Travail - Travaux Publics des Colonies - Compagnies de chemins de fer, etc., etc...

Notices, Catalogues et Programmes sur demande adressée à l'

ÉCOLE DES TRAVAUX PUBLICS
12 et 12^{bis}, rue Du Sommerard, Paris (5^e)
en se référant de "La Science et la Vie"

Numéro 103.

LA SCIENCE

ET LA VIE

Janvier 1906